sigma

TIJDSCHRIFT VOOR INDUSTRIËLE STATISTIEK EN KWALITEITSBELEID · NUMMER



1957



Sigma wordt uitgegeven door de Stichting Kwaliteitsdienst voor de Industrie in samenwerking met de Vereniging voor Statistiek. Het verschijnt twee-maandelijks.

Adres Redactie en Administratie Sigma:

Koninginnegracht 101 - Den Haag - Tel. 01700/636910

Adres Redactie Statistisch Nieuws:

Hanenburglaan 284 - Den Haag - Tel. 01700/614511

Abonnementsprijs:

f 9,— per zes nummers. Deze prijs geldt voor Nederland, de Nederlandse Antillen, Suriname, België, Luxemburg en Indonesië.
Voor de overige landen bedraagt de abonnementsprijs *f* 11,—, alles bij vooruitbetaling op gironummer 629376, ten name van de Kwaliteitsdienst voor de Industrie te 's-Gravenhage.
De prijs van losse nummers bedraagt *f* 2,—.
Leden van de Vereniging voor Statistiek ontvangen Sigma gratis.

Contents:

Operations Research in the U.S.A., second part of a series; principles of testing a hypothesis; book review; the Ir. J. van Ettinger Award; searchlight on quality; quality control in a small plant; quality and productivity; statistical news letter.

sigma Σ

nummer 5 - okt. 1957

Ditmaal....

Operations Research

in de Verenigde Staten II

G. M. W. Sebus, ec. drs.,
medewerker van het
Raadgevend Bureau
Ir. B. W. Berenschot N.V.

Gezien het feit dat de Operations Research-beweging nog maar een tiental jaren geleden op gang is gekomen valt het niet te verwonderen dat er van een systematische indeling van het terrein nog maar weinig te bespeuren valt. Voor een beschrijving van het gebied kan een of andere indeling echter niet gemist worden, vandaar dat wij hieraan summier enige aandacht zullen besteden.

Er is een begrijpelijke neiging om Operations Research onder te verdelen aan de hand van de gebruikte technieken, zoals lineaire programmering en de Monte Carlo methode. Deze pogingen zijn uiteraard van de aanvang af tot mislukking gedoemd. Een zodanige indeling, op de natuurwetenschap toegepast, zou bijvoorbeeld kunnen leiden tot de definitie van meteorologie als: „de wetenschap, die zich bedient van thermometers en barometers", zulks in tegenstelling tot de sterrekunde, die gebruik maakt van telescopen.

Beter is een indeling die gebaseerd is op de verschillende categorieën van beslissingen, die er in een organisatie genomen moeten worden, zoals: wanneer een machine te vervangen, wanneer en hoeveel te bestellen, enz. Een zodanige indeling is voorgesteld door Russell L. Ackoff. [1]) Zijn indeling is niet geheel volledig en ook niet helemaal consequent, maar overigens voor ons doel wel bruikbaar, om welke reden wij ons in grote trekken bij hem zullen aansluiten.

Het bezwaar van Ackoff's indeling is, dat hij niet zozeer een indeling geeft in problemen, als wel in aspecten van problemen. Bijvoorbeeld: een voorraadprobleem — wanneer en hoeveel te bestellen — kan men ook opvatten als een allocatieprobleem, nl. als men het bekijkt uit het gezichtspunt van de investering. Aldus gesteld luidt het probleem: „Hoe moet een gegeven som gelds verdeeld worden over investering in voorraden en in machine-capaciteit". Laat men een grotere investering in voorraden toe, dan kan men met een geringere machinecapaciteit volstaan, aangezien er grotere series worden gemaakt en dus de insteltijden relatief kleiner zijn. Investeert men veel in machines, dan kan men kortere series aanmaken en is de voorraad produkt dus kleiner.

Een voorraadprobleem kan ook beschouwd worden als een wachttijdprobleem: een voorraad eindprodukt „wacht" bij wijze van spreken op de met onregelmatige tussenpozen arriverende afnemers of — als de voorraad door een toevallig grote afname is uitgeput — de afnemers wachten op de uitvoering van hun bestelling.

Ackoff onderscheidt bij zijn indeling:

1. Allocatieproblemen.
Deze betreffen de optimale toewijzing van beperkt voorhanden middelen aan een veelheid van doeleinden;

2. Concurrentieproblemen.
Een concurrentieprobleem doet zich voor indien het uiteindelijke resultaat van een beslissing mede bepaald wordt door de (onbekende) reacties van een of meer concurrenten;

3. Vervangingsproblemen.
Ten aanzien van machines en dergelijke doet zich het probleem voor het optimale ogenblik vast te stellen waarop een oude machine door een nieuwe vervangen dient te worden;

4. Voorraadproblemen.
Tot deze klasse behoort bijvoorbeeld het vaststellen van de gunstigste bestelhoeveelheid;

5. Wachttijdproblemen.
Deze treden op in situaties die vergeleken kunnen worden met „klanten", die op bediening wachten bij een „loket".

Ackoff noemt nog enkele andere problemen, zoals het vaststellen van de optimale grootte van een steekproef, maar voorzover het min of meer nieuwe ontwikkelingen betreft is met de bovengenoemde probleemgebieden het terrein wel bestreken.

In dit en de volgende artikelen zal gepoogd worden een indruk te geven van de ontwikkeling met betrekking tot enkele bovengenoemde problemen, echter met uitzondering van de wachttijdproblemen.

Voor een volledige opsomming van de stand van zaken met betrekking tot de industriële Operations Research zij verwezen naar het reeds genoemde artikel van Russell Ackoff in het Journal van de Amerikaanse Operations Research Society van juni 1956.

---

[1]) The Development of Operations Research as a Science, Journal of the Operations Research Society of America, June 1956, pag. 265—295, met bibliografie.

1. Allocatieproblemen.

Allocatieproblemen — waarbij het dus gaat om de optimale aanwending van beperkt voorhanden middelen — doen zich in allerlei soorten en vormen voor. Altijd zijn er wel een of meer factoren die ons beletten om alles te doen wat wij graag zouden willen doen, en daarom moeten wij een zekere rantsoenering toepassen. Indien wij bijvoorbeeld geen tijd hebben om alle vergaderingen te bezoeken schrappen wij de minst belangrijke of die, welke de meeste tijd vergen, of misschien wel de vervelendste. Uit dit voorbeeld blijkt reeds dat er aan een allocatieprobleem twee aspecten zitten, namelijk het criterium dat wij aanleggen bij de selectie — belangrijkheid, tijd of genoegen — en de procedure met behulp waarvan wij tot de optimale situatie geraken. Die procedure is in het bovengenoemde geval zeer eenvoudig: zij komt neer op een simpele ordening van de vergaderingen in volgorde van belang, tijd respectievelijk genoegen; wij beginnen te schrappen van onderaf de lijst en houden op zodra het gewenste quotum is bereikt.

Er zijn echter gevallen waarbij een zo eenvoudige aftelprocedure niet opgaat.

Stel bijvoorbeeld dat er een bedrijf is, waarin drie artikelen A, B en C kunnen worden gemaakt. Elk van die artikelen wordt achtereenvolgens bewerkt in de drie afdelingen I, II en III waaruit het bedrijf bestaat.

Ten aanzien van de technische kant van het produktieproces is het volgende bekend:

Afdeling \ Artikel	Benodigde machine-uren per stuk voor A	B	C	Capaciteit van de afdeling in machine-uren per week
I	4	6	2	600
II	8	4	1	484
III	2	10	3	720

Gegeven is dat het bedrijf tegen de geldende verkoopprijzen per week kan verkopen respectievelijk 50 stuks van A, 50 stuks van B en 100 stuks van C. De capaciteit van het bedrijf is echter hiervoor niet toereikend; om de verkoopmogelijkheden volledig te benutten zouden in de drie afdelingen respectievelijk 700, 700 en 900 uren beschikbaar moeten zijn. Hier ligt dus een allocatieprobleem, namelijk: „welke artikelen en in welke hoeveelheden moet het bedrijf maken en verkopen om de gegeven produktiecapaciteit zo goed mogelijk aan te wenden. Aannemende dat het bedrijf streeft naar de grootste winst per week komt dit dus neer op het vaststellen van het meest winstgevende assortiment.

Het ligt dus voor de hand de artikelen te maken in volgorde van winstgevendheid. Stel bijvoorbeeld dat met betrekking tot kosten en opbrengsten het volgende bekend is:

	Artikel A	B	C
Verkoopprijs per stuk	ƒ 180	ƒ 230	ƒ 220
Kostprijs per stuk	ƒ 150	ƒ 200	ƒ 200
Winst per stuk	ƒ 30	ƒ 30	ƒ 20
Winst in % van de kostprijs	20 %	15 %	10 %

De capaciteit van het bedrijf laat toe om in elk geval 50 stuks van het meest winstgevende produkt, in casu A te maken. Dan is er nog genoeg capaciteit voorhanden om 21 stuks van B te maken. Afdeling II is dan vol bezet; in de andere twee afdelingen heeft men nog uren beschikbaar.

De totale winst is nu 50 maal ƒ 30 voor A en 21 maal ƒ 30 voor B, oftewel in totaal ƒ 2130,—. De geschetste procedure leidt echter geenszins tot het optimale resultaat. Dit blijkt indien men begint met zoveel mogelijk van het *minst* winstgevende produkt C te maken, te weten de verkoopbare 100 stuks, en vervolgens de overgebleven capaciteit opvult met B. Dit leidt tot een combinatie van 100 stuks C en 42 stuks B, die tezamen een winst opleveren van ƒ 3260,—. De totale winst in dit geval is ruim ƒ 1000,— groter dan de winst die men krijgt door de produkten te maken in volgorde van winstgevendheid, uitgedrukt in procenten van de kostprijs.

Ook thans is het optimum nog niet bereikt: men kan namelijk nog 6 stuks B „ruilen" voor 30 stuks A, hetgeen leidt tot het volgende resultaat:

Afdeling	Uren benodigd voor: 30 stuks A	36 stuks B	100 stuks C	Totaal	Ongebruikt
I	120	216	200	536	64
II	240	144	100	484	0
III	60	360	300	720	0
Winst	ƒ 900	ƒ 1080	ƒ 2000	ƒ 3980	

Men kan bewijzen, dat dit het optimale assortiment is. Het blijkt dus dat het niet mogelijk is om afgaande op de „winst in procenten van de kostprijs" door een simpele aftelling tot de meest gunstige samenstelling van de produktie te geraken.

De winst in procenten van de kostprijs is dus blijkbaar geen voldoende criterium en men kan

zich afvragen of er misschien een ander criterium bestaat dat wèl een eenvoudige rangschikking van de produkten mogelijk maakt, die tot het meest winstgevende assortiment leidt. Het valt gemakkelijk in te zien dat dit een onmogelijke eis is: de produkten moeten in een bepaalde verhouding worden „gemengd" en uit een simpele rangorde van de produkten kan nu eenmaal niet tegelijkertijd worden afgeleid hoe de mengverhouding dient te zijn.

In dit verband is het nuttig om na te gaan hoe dit probleem in mathematische vorm luidt.

De bedoeling is, de winst te maximaliseren. Dit kan worden voorgesteld door te stellen:
30 A + 30 B + 20 C maximaal. (A, B en C zijn de (onbekende) te maken hoeveelheden)
Daarbij moet echter aan een aantal voorwaarden zijn voldaan.
In de eerste plaats mag de capaciteit van de verschillende afdelingen niet worden overschreden. Dit kan worden uitgedrukt door de volgende drie ongelijkheden:

4 A + 6 B + 2 C kleiner dan of gelijk aan 600;

8 A + 4 B + C kleiner dan of gelijk aan 484;

2 A + 10 B + 3 C kleiner dan of gelijk aan 720.

Tenslotte kan de produktie niet negatief zijn. Dus moeten er nog drie ongelijkheden bij, te weten:

A groter dan of gelijk aan 0;

B groter dan of gelijk aan 0;

C groter dan of gelijk aan 0.

Er zijn dus drie onbekenden, A, B en C, die moeten voldoen aan zes ongelijkheden op een zodanige wijze dat de winstfunctie 30 A + 30 B + 20 C zo groot mogelijk is.

Het is sinds enige jaren mogelijk om dit soort stelsels op te lossen. De methode die daarvoor wordt gebruikt staat bekend onder de naam van „Simplexmethode". Het recept als zodanig is vrij simpel — zoals de naam suggereert — maar de hoeveelheid rekenwerk wordt voor problemen van enige omvang al snel prohibitief. Een gelukkige omstandigheid is evenwel dat de berekening op de inmiddels ontwikkelde electronische rekenmachines kan worden uitgevoerd. Deze maken het mogelijk, problemen tot een grootte van vijfhonderd onbekenden in een redelijke tijd op te lossen. Een moeilijkheid daarbij is dat ook de electronische computer geen onbeperkte capaciteit heeft en dus de getallen na elke bewerking afrondt, waardoor zich afrondingsfouten accumuleren, wat wel eens tot zonderlinge resultaten leidt. Afgezien van deze technische moeilijkheden kan worden vastgesteld dat de Simplexmethode, gecombineerd met de ontwikkeling van de computers, een aantal voorheen onoplosbare allocatieproblemen tot een aanvaardbare oplossing heeft weten te brengen.

Voorbeeld: het dieetprobleem.

Men wil een veevoedermengsel samenstellen dat aan een aantal vereisten voldoet zoals: tenminste x calorieën per kg; niet meer dan y % koolhydraten, ten minste z gram vitamine C, etcetera. Deze samenstelling moet op de goedkoopste manier worden verkregen.
Indien elke grondstof — mais, aardappelen, wei, lijnzaadkoeken e.d. — slechts één van de wenselijke componenten bevatten zou dit een eenvoudige zaak zijn: men zou nl. die grondstoffen kiezen die per gulden het meeste van de wenselijke voedingsstoffen bevatten. Helaas bestaat elke grondstof op zich zelf reeds uit een mengsel van voedingsstoffen: in aardappelen bijvoorbeeld zit, behalve koolhydraten, ook vitamine C. Voegt men dus aardappelen toe om het mengsel met vitamine C te verrijken dan is het gevaar niet denkbeeldig dat men daardoor teveel koolhydraten in het produkt krijgt. Reeds het samenstellen van een mengverhouding tussen de grondstoffen, die aan de technische vereisten voldoet, wordt hierdoor een moeizame puzzel, om van het bereiken van het goedkoopste mengsel maar te zwijgen. Indien dan bovendien de grondstoffenprijzen van tijd tot tijd veranderen — waardoor het mengsel dat vandaag goedkoop is morgen duur kan zijn — dan is het duidelijk dat het wenselijk is over een procedure te beschikken die zonder onnodig gepuzzel snel tot het doel leidt.
Dit probleem is in Amerika met de Simplexmethode opgelost door de gehele procedure op een computer te programmeren, zodat men bij wijziging van de grondstoffenprijzen alleen maar een paar getallen hoeft te veranderen om binnen het uur het alsdan gunstigste mengsel te verkrijgen.

Behalve de Simplexmethode zijn er nog een aantal speciale methoden ontwikkeld voor bijzondere gevallen. Een daarvan is de z.g. „Transportation Procedure", ook wel „Modified Distribution (MODI) Method" genaamd[2]). Deze methode is veel eenvoudiger en leent zich daardoor voor

[2]) De meest leesbare uiteenzetting over de Transportation Procedure is te vinden in het artikel: „Mathematical Programming" door A. Henderson en R. Schlaifer, in de Harvard Business Review van mei/juni 1954.

berekening met potlood en papier, maar heeft jammer genoeg een beperkt toepassingsgebied.

Deze methode is met succes toegepast op transportproblemen als: hoe de 200 electrische centrales van Engeland op de voordeligste manier van kolen uit de 800 kolenmijnen te voorzien. Er zijn namelijk in principe 160.000 mogelijke combinaties centrale — kolenmijn, en het is nu de kunst de kolen zodanig over de centrales te verdelen dat de totale transportkosten zo gering mogelijk zijn — rekening houdend met de capaciteit der mijnen en de afname door de diverse centrales. [3]) De bereikte besparing ligt in de orde van grootte van 1% van de transportkosten, hetgeen niet veel lijkt, maar gezien de absolute grootte van de totale kosten toch nog altijd een bedrag dat de moeite waard is.

De toepassing van de „Transportation Procedure" blijft gelukkig niet beperkt tot zuivere transportproblemen. Een aardig voorbeeld is door A. H. Schaafsma beschreven. [4])

Het probleem betreft het volgende: een gegeven pakket goederen , bestaande uit lichte en zware, volumineuze en compacte artikelen, moet tijdelijk worden opgeslagen. De opslagtermijnen voor de verschillende goederen lopen uiteen. Voor de opslag zijn een aantal magazijnen beschikbaar, die op verschillende afstanden van het distributiepunt zijn gelegen. De faciliteiten die in de diverse magazijnen voor het hanteren der goederen ter beschikking staan zijn van magazijn tot magazijn verschillend, zodat het niet onverschillig is wáár men wát opslaat. Ook de transportkosten verschillen, alnaar de afstand en het soort goed, terwijl deze bovendien zwaarder drukken naarmate de opslagtermijn korter is. Dit allocatieprobleem — hoe de beschikbare magazijnruimte zo goed mogelijk te benutten — kan door enige kunstgrepen zo worden geformuleerd dat het met uiterst eenvoudige middelen is op te lossen.

Het geheel van deze technieken — Simplex- en Transportmethode — wordt meestal aangeduid met de naam „Lineaire Programmering" („Linear Programming"): „lineair", omdat alle relaties tussen de grootheden die een rol spelen van de eerste graad zijn; en „programmering", omdat het resultaat een recept, een programma is van de vorm: maak zoveel stuks van dit, en zoveel van dat.

Alhoewel de lineaire programmeringstechnieken een belangrijk hulpmiddel vormen voor het oplossen van allocatieproblemen, zijn zij geenszins universeel toepasbaar. In de eerste plaats is er de eis van de lineariteit van de relaties tussen de grootheden. Vele in werkelijkheid optredende betrekkingen zijn nu eenmaal niet lineair, alhoewel ze voor de intervallen die van belang zijn vaak wel door een eerstegraads-functie mogen worden benaderd. In de tweede plaats zijn in werkelijkheid de constanten niet constant, maar vertonen deze een of andere willekeurige variatie om een gemiddelde. Rekent men dus met het gemiddelde, dan hoeft het resultaat niet optimaal te zijn. Er wordt op grote schaal research verricht teneinde de implicaties van een en ander te onderzoeken, maar in de praktische toepassingen neemt men — voorzover schrijver dezes bekend is — maar lineaire relaties met constante coëfficiënten aan.

Een derde gebrek dat aan de lineaire programmering kleeft is, dat zij eigenlijk alleen toepasbaar is in statische situaties. In werkelijkheid echter is het allocatieprobleem veel ruimer: men is immers ook geïnteresseerd in de beste allocatie in de tijd. Een optimale verdeling van goederen over magazijnen in januari kan er immers toe leiden dat daardoor de magazijnen zo worden bezet dat de verdeling in februari noodzakelijkerwijs slechter wordt.

Indien te voorzien is wat er in de volgende maanden zal moeten worden opgeslagen is hiermee nog wel rekening te houden, althans in theorie. In de praktijk wordt het probleem dan onoplosbaar, omdat het aantal variabelen te groot wordt. Meestal weet men overigens niet wat de komende perioden zullen brengen en dan doet dus het element van de onzekerheid zijn intrede. Met deze klasse van problemen houdt de z.g. „Dynamic Programming" zich bezig; een tak van wetenschap die kan bogen op vele theoretisch interessante doch vooralsnog weinig praktisch bruikbare resultaten.

Al met al kan worden vastgesteld dat de theorie der allocatieproblemen nog in snelle ontwikkeling is. Regelmatig verschijnen er recepten voor de oplossing van bijzondere gevallen; de rekenmachines maken een stormachtige ontwikkeling door en het is dus gerechtvaardigd om te verwachten dat de praktische bruikbaarheid van dit onderdeel van Operations Research snel zal toenemen.

(Wordt vervolgd)

[3]) Zie: „The Application of Linear Programming to a Large Scale Transportation Problem" door J. Stringer en K. B. Haley, in: Papers to be presented at the International Conference on Operational Research, Oxford, 2—6 september 1957.

[4]) „Het optimale gebruik van gespreide magazijnen", door A. H. Schaafsma, in: Tijdschrift voor Efficiëntie en Documentatie, september 1955.

Grondbegrippen van de Statistische

door J. C. A. ZAAT, Hoofd van de onderafdeling Wageningen

Het ligt in de bedoeling in de volgende nummers een aantal artikelen over verschillende statistische toetsen te publiceren. In het hieronder volgende artikel worden een aantal grondbegrippen besproken, waarop in de artikelenserie kan worden teruggegrepen. *Redactie.*

Inleiding

Bij statistische onderzoekingen speelt het begrip populatie (of universum) steeds een belangrijke rol. Een populatie is een verzameling elementen, die ieder een of meer (dikwijls meetbare) kenmerken bezitten.

Als voorbeeld kan men nemen de populatie bestaande uit alle levende Nederlandse mannen van een bepaalde jaarklasse; als gemeten kenmerk b.v. de lichaamslengte. De frequentieverdeling van een bepaald kenmerk in een bepaalde populatie kan meestal volledig worden vastgesteld door specificatie van één of meer parameters.

Indien in het voorbeeld de frequentieverdeling van de lichaamslengten in de betreffende populatie een normale verdeling is, wordt deze volkomen bepaald door twee parameters, nl. gemiddelde en standaardafwijking.

Bij een statistisch onderzoek wordt dikwijls een veronderstelling gemaakt over de grootte(n) van één of meer parameters, die een bepaalde verdeling karakteriseren; men noemt dit het stellen van een „statistische hypothese".

Veronderstel eens, dat de gemiddelde lichaamslengte voor de jaarklasse 1937 gelijk is aan 172 cm. Indien het gemiddelde voor de jaarklasse 1933 onbekend is, kan men zich afvragen, of hier misschien hetzelfde gemiddelde geldt. Als te toetsen hypothese stelt men dan: de gemiddelde lichaamslengte van de jaarklasse 1933 (op de desbetreffende populatie) = 172 cm.

De enige manier om met zekerheid te kunnen beslissen of een statistische hypothese al dan niet juist is, bestaat uit het onderzoeken van alle elementen van de gehele populatie op het desbetreffende kenmerk. Daar dit meestal onmogelijk is (b.v. de populatie is zeer groot) of onpraktisch, is men gedwongen om een steekproef uit de populatie te nemen en aan de hand van deze steekproef te beslissen over de juistheid van de gestelde hypothese. Uit de aard van de hier toegepaste methode, d.w.z. het gebruiken van een deel (de steekproef) om een hypothese te toetsen betreffende het geheel (de populatie), volgt direct dat een conclusie nooit met volstrekte zekerheid kan worden getrokken.

Een conclusie kan fout zijn, hetzij doordat een *juiste* hypothese wordt *verworpen* (zgn. „fout van de eerste soort"), hetzij doordat een *onjuiste* hypothese *niet* wordt *verworpen* (zgn. „fout van de tweede soort").

Veronderstel eens, dat in het geval van het voorbeeld het gemiddelde van de jaarklasse 1933 werkelijk 172 cm bedraagt, d.w.z. de gestelde hypothese is juist. Het kan dan voorkomen, dat een steekproef „ongelukkig" uitvalt en een zodanig van 172 afwijkend gemiddelde oplevert dat men de gestelde hypothese van 172 cm ten onrechte verwerpt, d.w.z. een fout van de eerste soort maakt. Anderzijds, indien het werkelijke gemiddelde voor de jaarklasse 1933 b.v. 169 cm. bedraagt, is het mogelijk dat het steekproefgemiddelde zo weinig van de gestelde waarde van 172 cm afwijkt, dat (ten onrechte) deze waarde niet wordt verworpen; in dat geval maakt men een fout van de tweede soort. Er doet zich dus altijd één van de vier in tabel I aangegeven mogelijkheden voor.

Het is duidelijk, dat tenzij men de kansen op het maken van een fout van de eerste en tweede soort (aangegeven met α resp. β [1]) kan beperken, het trekken van een verantwoorde conclusie praktisch onmogelijk is.

TABEL I. OVERZICHT VAN DE VIER MOGELIJKE UITKOMSTEN BIJ STATISTISCHE TOETSING

		gestelde hypothese	
		juist	onjuist
gestelde hypothese wordt op grond van steekproef	niet verworpen	juiste conclusie —	onjuiste conclusie fout 2e soort (kans β)
	verworpen	onjuiste conclusie fout 1e soort (kans α)	juiste conclusie —

[1]) Later zal blijken, dat α een constante voorstelt, β eigenlijk een variabele is.

Toetsingstheorie

van de Statistische Afdeling T.N.O.

Opgemerkt moet worden, dat in het algemeen de ernst van een fout van de eerste soort verschilt van die van een fout van de tweede soort. Indien men b.v. wil onderzoeken of een bepaalde kleurstof, toegevoegd aan limonadesiroop, een vergiftigende werking heeft en men stelt de hypothese: zij heeft *geen* vergiftigende werking, dan betekent een fout van de eerste soort dat op grond van de uitkomsten van een daartoe uitgevoerde proef ten onrechte wordt beslist tot een vergiftigende werking. De consequentie van deze fout is, dat men de onderzochte kleurstof ten onrechte zal afkeuren. Een fout van de tweede soort betekent dat men besluit: de kleurstof is ongevaarlijk, hoewel zij in werkelijkheid wel een vergiftigende werking heeft. Het gevolg van deze fout is dat men ten onrechte de kleurstof zal goedkeuren, iets dat in *dit geval* veel ernstiger is dan ten onrechte afkeuren.

In het algemeen behoren de waarden van α en β een zekere afspiegeling te zijn van de ernst der fouten van de eerste resp. de tweede soort.

Nadere behandeling

In het voorgaande (vgl. ook tabel I) zijn drie elementen naar voren gekomen:

1. de gestelde hypothese, dikwijls aangeduid als nulhypothese;
2. de aan de hand van de steekproef getrokken conclusie, nl. het al dan niet verwerpen van de nulhypothese;
3. de beoordeling van de getrokken conclusie (bij onjuiste conclusies fouten van de eerste resp. van de tweede soort).

Wij zullen nu op elk van deze drie punten nader ingaan.

1. De nulhypothese

Stel dat een bedrijf C een bepaald produkt b.v. een partij van 100.000 stalen bouten voor ongeveer dezelfde prijs kan kopen bij twee firma's A en B. Bedrijf C zal, indien overige terzake doende factoren zoals b.v. levertijd, etc. niet te veel verschillen, wensen te kopen bij de firma die de beste „kwaliteit" levert.

Nemen wij verder aan dat het belangrijkste aspect van de kwaliteit van een bout wordt gevormd door de treksterkte.

Bedrijf C wenst nu te onderzoeken of er tussen de beide partijen bouten t.a.v. de treksterkte „verschil" bestaat.

Bij dit voorbeeld is er sprake van twee duidelijk afgebakende populaties nl. de beide partijen van 100.000 bouten, waaruit (op aselecte wijze) twee steekproeven worden getrokken, waarna van iedere bout de treksterkte wordt gemeten.

Gewoonlijk zijn universa minder scherp afgebakend en is het noodzakelijk zich terdege te realiseren uit welke elementen een populatie bestaat. Eerst indien een populatie duidelijk is gedefinieerd, is het mogelijk hieruit een (aselecte) steekproef te kiezen.

Bij het in het voorgaande genoemde voorbeeld is het bedrijf C dus geïnteresseerd in een eventueel „verschil" tussen de populaties A en B t.a.v. de treksterkte.

Men zal nu allereerst het vage woord „verschil" nader moeten vastleggen. Het zou kunnen zijn dat bedrijf C zich voornamelijk interesseert voor een eventueel verschil tussen de *gemiddelden* van de treksterkten voor de beide populaties. Ook denkbaar is dat bedrijf C voornamelijk het percentage bouten met een treksterkte kleiner dan een bepaalde kritieke waarde wenst te beschouwen; nog weer andere mogelijkheden zijn het verschil tussen de medianen of tussen de 10e percentielen, verschil in spreiding, enz.

Al naar de gegeven precisering zal men een statistische toets dienen toe te passen, die speciaal is afgestemd op het aantonen van een dergelijk verschil.

Indien bij het onderzoek naar een eventueel verschil tussen de populaties A en B t.a.v. de treksterkte als definitie van „verschil" is gekozen: het verschil tussen de gemiddelden, dan wordt de te toetsen hypothese (nulhypothese) als volgt geformuleerd: tussen de materialen A en B bestaat t.a.v. de treksterkte gemiddeld *geen* verschil, m.a.w. voor de beide populaties: voor materiaal A en materiaal B is de gemiddelde waarde van de treksterkte gelijk.

Dit stellen van een negatieve hypothese (de „nulhypothese" van „geen verschil") is karakteristiek voor de statistische toetsingstheorie. Men zou zich kunnen afvragen, waarom wordt niet de positieve hypothese van: „wel verschil" gesteld? Hiervoor is een eenvoudige reden.

De negatieve hypothese, in dit geval het verschil tussen de gemiddelden voor twee populaties is nul: $\Delta = 0$, is één volkomen bepaalde hypothese; de positieve hypothese: „wel verschil" is niet één hypothese, doch omvat de oneindige ver-

zameling van alle hypothesen $\Delta \neq 0$. Nu is het wel mogelijk om de juistheid van één van deze positieve hypothesen, b.v. $\Delta = 1$, rechtstreeks te onderzoeken, maar voor alle positieve hypothesen tegelijkertijd is dit niet mogelijk.
Wij zijn dus gewoonlijk gedwongen om uit te gaan van de negatieve nulhypothese en dienen vervolgens de houdbaarheid van deze hypothese te onderzoeken.

2. Het toetsen van de nulhypothese

In ons voorbeeld betreffende het verschil tussen de partijen A en B, zijn wij dus geïnteresseerd in het verschil Δ tussen de *gemiddelden* van de populaties.
Het volgende probleem dat aan de orde komt is het kiezen van een bepaalde grootheid (toetsingsgrootheid), die uit de steekproefresultaten berekend wordt en een „maat" moet zijn voor (in dit geval) het verschil tussen de gemiddelden der populaties. Wij zouden hiervoor b.v. kunnen kiezen: het verschil d der *steekproef*-gemiddelden.
Wegens onvermijdelijke steekproefschommelingen varieert de waarde d van geval tot geval. Vinden wij nu uit de twee steekproeven een extreme waarde voor d, dan ligt de conclusie voor de hand. Indien d zeer klein is, is er weinig reden om aan de hypothese $\Delta = 0$ te twijfelen, is echter d zeer groot, dan is er alle aanleiding om de nulhypothese te verwerpen. Een minder extreme waarde van d is echter zonder meer moeilijk te beoordelen, wij hebben dan een „achtergrond" nodig die ons in staat stelt een dergelijke waarde te interpreteren. Deze achtergrond wordt gevormd door de frequentieverdeling die d bezit indien de nulhypothese $\Delta = 0$ juist is; deze verdeling is de zgn. steekproefverdeling van d.
Zou b.v. bekend zijn dat de metingen van de treksterkte ongeveer normaal verdeeld zijn, met voor A en B bekende standaardafwijkingen, dan kan de steekproefverdeling van d gemakkelijk worden afgeleid.
Wij zullen hier op de afleiding van een steekproefverdeling van een toetsingsgrootheid niet nader ingaan, doch volstaan met op te merken dat de steekproefverdelingen van de meest bekende toetsingsgrootheden (u, t, F enz.) uitvoerig getabelleerd zijn. Wel dient men uiteraard te weten onder welke voorwaarden de steekproefverdelingen zijn afgeleid, daar aan deze voorwaarden moet zijn voldaan om de toets correct te kunnen toepassen.
Wij nemen dus verder aan dat de steekproefverdeling van d bekend is, b.v. zoals in fig. 1 is aangegeven. Gemakshalve is aangenomen dat deze verdeling normaal is met een gemiddelde 0, overeenkomende met $\Delta = 0$, en met een standaardafwijking 1.
Deze verdeling van d stelt ons nu in staat om een bepaalde gevonden waarde van d te beoordelen. Uit de verdeling in figuur 1 blijkt, dat indien $\Delta = 0$ het resultaat $d > 3$ een zeer geringe kans heeft om voor te komen.
Wanneer dus een dergelijke waarde wordt gevonden is het vrij onwaarschijnlijk dat de nulhypothese $\Delta = 0$ juist is. Een waarde $d > 0{,}5$ is echter in het geheel niet merkwaardig indien $\Delta = 0$ en zal dus niet leiden tot verwerping der nulhypothese.
De kans P dat louter door toeval een even extreme of nog extremere waarde van d dan de gevondene zal optreden, vormt nu het criterium bij de beslissing omtrent het al dan niet verwerpen van de hypothese $\Delta = 0$.
Is deze kans, welke de overschrijdingskans wordt genoemd, voldoende klein, dan concludeert men dat het steekproefresultaat in tegenspraak is met de nulhypothese en wordt deze verworpen.
Als grenswaarde voor deze overschrijdingskans (genaamd: significantieniveau of onbetrouwbaarheidsdrempel) kiest men gewoonlijk 0,05 of 0,01. In het algemeen wordt deze kans aangeduid als α (vgl. tabel I).
Is de overschrijdingskans P kleiner dan de vooraf gekozen α-waarde, dan noemt men het gevonden verschil *significant*.
De bovenbeschreven methode komt hierop neer dat men in fig. 1 een zogenaamd *kritiek gebied* voor de toetsingsgrootheid d kiest zó, dat de oppervlakte boven het kritieke gebied onder de verdelingskromme gelijk is aan α.

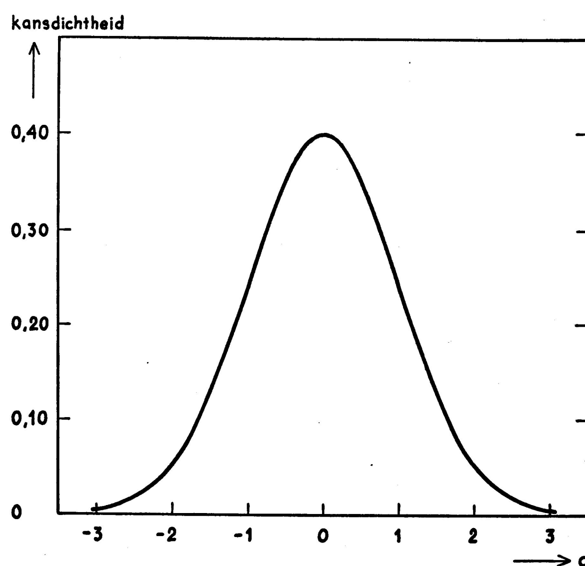


Fig. 1. De steekproefverdeling van d onder de nulhypothese $\Delta = 0$.

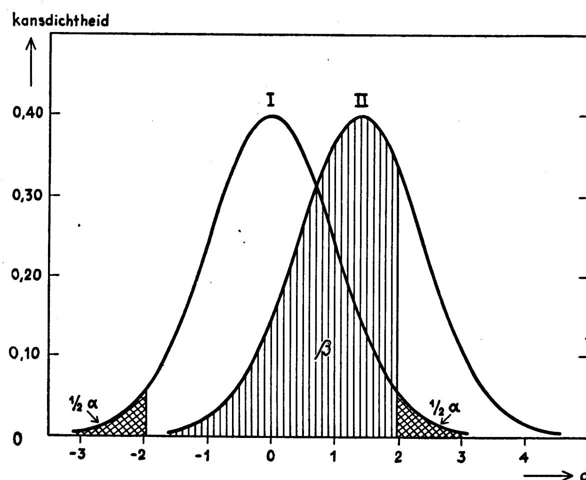


Fig. 2. De steekproefverdeling van d resp. onder de nulhypothese $\Delta = 0$ (kromme I) en onder de alternatieve hypothese $\Delta = \Delta_1$ (kromme II).

Vergelijk in figuur 2 de beide gearceerde staartdelen van de linkse verdelingskromme I. Het kritieke gebied bestaat hier dus uit de waarden $d < -1{,}96$ en $d > 1{,}96$. Elk der gearceerde oppervlakten correspondeert met een kans $0{,}5\ \alpha = 0{,}025$. Men spreekt hier van tweezijdige toetsen.

Valt nu de gevonden waarde van d in het kritieke gebied dan wordt de nulhypothese verworpen en noemt men het verschil significant; zo niet dan acht men de nulhypothese door de gevonden waarde van d niet tegengesproken. [2])

Wij merken nog op dat de uitdrukking „het verschil tussen de treksterkten van de materialen A en B is significant" zonder meer weinig zegt. Eerst indien bekend is wat als verschil moet worden verstaan, welke statistische toets is toegepast en op welke wijze het kritieke gebied is gekozen, ligt de betekenis van de significantie vast. Voorts blijkt uit de boven gegeven beschouwing dat de significantie in principe alleen een maat is voor de *realiteit* van een verschil en nooit voor de *grootte* en de technische importantie.

„Statistisch significant" behoeft dan ook niet altijd samen te gaan met „technisch significant". Uiteraard is het zaak te zorgen (b.v. door een juiste keuze van de steekproefgrootte, zie later) dat beide begrippen steeds zoveel mogelijk samenvallen.

3. Fouten van de eerste en tweede soort

Zoals boven is uiteengezet is de kans α op het maken van een fout van de eerste soort (het verwerpen van een juiste hypothese), het zgn. significantieniveau, dus één bepaalde waarde die in principe vrij kan worden gekozen.

De betrouwbaarheid van een conclusie wordt

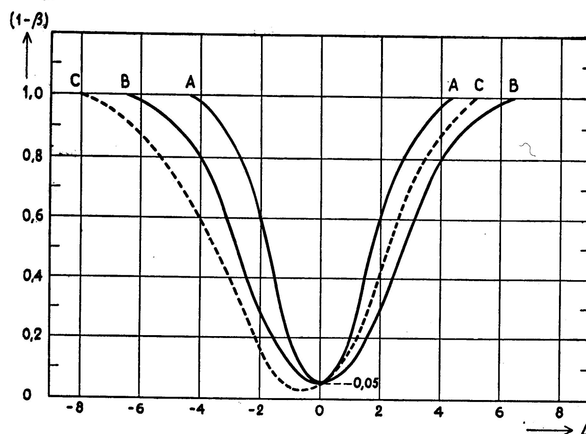


Fig. 3. Verband tussen het onderscheidingsvermogen $1-\beta$ en de waarden van de grootheid Δ voor drie statistische toetsen A, B en C. Nulhypothese: $\Delta = 0$; significantieniveau: $\alpha = 0{,}05$.

echter niet alleen bepaald door de kans α, maar tevens door de kans β op het maken van een fout van de tweede soort.

Waardoor wordt nu bij een bepaalde statistische toets en een gegeven significantieniveau α de grootte van de kans β bepaald?

In de eerste plaats merken wij op dat er in het algemeen niet één kans β bestaat, doch oneindig vele. Dit is bij enig nadenken eenvoudig in te zien. De kans β is de kans dat een in feite bestaand verschil niet wordt aangetoond en het is duidelijk dat deze kans afhangt van de *grootte* van dat verschil. Is het verschil zeer klein, dan is de kans β op het niet aantonen groot, is het verschil echter groot dan zal β klein zijn. Bij elk *werkelijk* bestaand verschil Δ, anders gezegd bij elke zgn. alternatieve hypothese, behoort dus één waarde van β.

In figuur 2 is b.v. voor de alternatieve hypothese $\Delta = \Delta_1$[3]) aangegeven welke oppervlakten corresponderen met de kansen α en β. Indien het werkelijke gemiddelde verschil Δ_1 is wordt de hypothese $\Delta = 0$ niet verworpen zolang d niet in het kritieke gebied komt, d.w.z. $-1{,}96 < d < 1{,}96$. De kans hierop is gelijk aan de in figuur 2 aangegeven β, de oppervlakte tussen $-1{,}96$ en $1{,}96$ onder de verdelingskromme II. Hieruit blijkt dat α en β niet onafhankelijk zijn; kiest men α groter dan wordt β kleiner en omgekeerd.

Het complement van β nl. $1-\beta$, behorende bij

---

[2]) De negatieve formulering „niet tegenspreken" verdient de voorkeur boven de sterkere bewering „bevestigd".

[3]) d.w.z. bij een werkelijk bestaand verschil tussen de populatiegemiddelden van Δ_1 zijn de gevonden verschillen d normaal verdeeld met gemiddelde Δ_1, en standaardafwijking 1.

een bepaalde alternatieve hypothese $\Delta = \Delta_1$ noemt men het *onderscheidingsvermogen* van de toets voor die betreffende alternatieve hypothese; dit is dus de kans dat met de toets een bepaald verschil Δ_1 inderdaad wordt aangetoond.
De waarden $1\text{-}\beta$ vormen, uitgezet tegen de waarden van de getoetste grootheid (in dit geval het verschil Δ tussen de populatiegemiddelden), de bij de toets behorende kromme van het onderscheidingsvermogen, de zgn. karakteristiek.
In figuur 3 zijn voor drie verschillende toetsen A, B en C de bijbehorende karakteristieken geschetst. Wij kunnen twee toetsen op hun merites vergelijken door bij één bepaalde α, bijv. $\alpha = 0{,}05$, de karakteristieken te beschouwen. Zo zien wij in figuur 3 dat de karakteristiek van toets A beter is dan die van toets B, omdat bij elke alternatieve hypothese $\Delta = \Delta_1$, de waarde van $1\text{-}\beta$ voor toets A groter is dan die voor toets B.

Een vergelijking van de krommen B en C doet zien dat toets B een hoger onderscheidingsvermogen bezit dan C voor alle alternatieve hypothesen $\Delta > 0$ en een lager onderscheidingsvermogen voor $\Delta < 0$. Welke toets beter is kan hier zonder meer niet worden gezegd. Voor een bepaald probleem, waar men voor $\Delta > 0$ een hoog onderscheidingsvermogen wenst, is B beter; in het tegengestelde geval juist C.
De toetsen A en B verschillen nog in een ander opzicht van C. Zij hebben nl. een minimum voor $\Delta = 0$, d.w.z. de kans dat de nulhypothese wordt verworpen is het kleinst indien deze juist is. Men noemt daarom A en B *zuivere* toetsen.
Toets C daarentegen is onzuiver; voor deze toets zijn er nl. waarden van $\Delta \neq 0$, waarbij de kans om de nulhypothese te verwerpen kleiner is dan wanneer de nulhypothese $\Delta = 0$ wel juist is.

Het spreekt welhaast vanzelf dat het onderscheidingsvermogen van een toets kan worden verhoogd door de steekproeven groter te nemen. Ter illustratie van de invloed van de steekproefgrootte op het onderscheidingsvermogen van een toets zijn in figuur 4 de karakteristieken van Student's t-toets getekend voor verschillende steekproefgrootten n (nulhypothese: $\Delta = 0$, tweezijdige toetsing $\alpha = 0{,}05$ [4])).
Zoals fig. 4 laat zien is er een aanmerkelijk verschil tussen de krommen bij $n = 4$ en $n = 10$; met toenemende n worden de karakteristieken steeds „beter". Dit „beter worden" geschiedt echter bij toenemende n steeds langzamer.
Aan de hand van een dergelijk diagram is het voor diverse toetsen mogelijk, de vereiste grootte van n te bepalen, zó, dat bij toepassing van de betreffende toets met een zekere α, een gegeven verschil Δ een bepaalde kans $1\text{-}\beta$ bezit om te worden aangetoond.

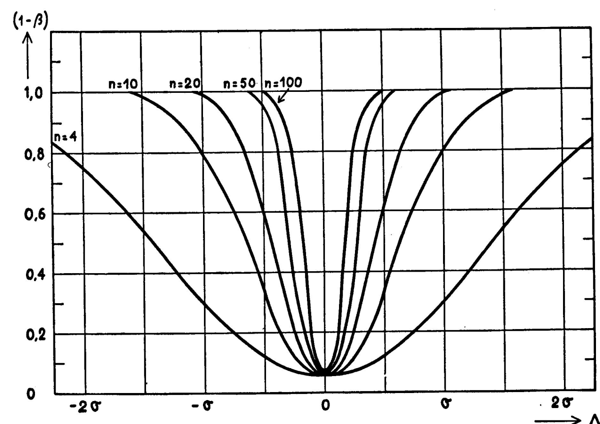


Fig. 4. Enige karakteristieken van Student's t-toets, behorende bij verschillende steekproefgrootten. Nulhypothese: $\Delta = 0$; significantieniveau: $\alpha = 0{,}05$ (tweezijdig kritiek gebied).

Een- en tweezijdige toetsing

Alvorens een toets toe te passen dient men eerst na te gaan tegen welke alternatieve hypothesen de toets gericht moet zijn. Het vastleggen van de alternatieve hypothesen is in principe geen statistische kwestie, doch wordt bepaald door de aard van het gegeven probleem.

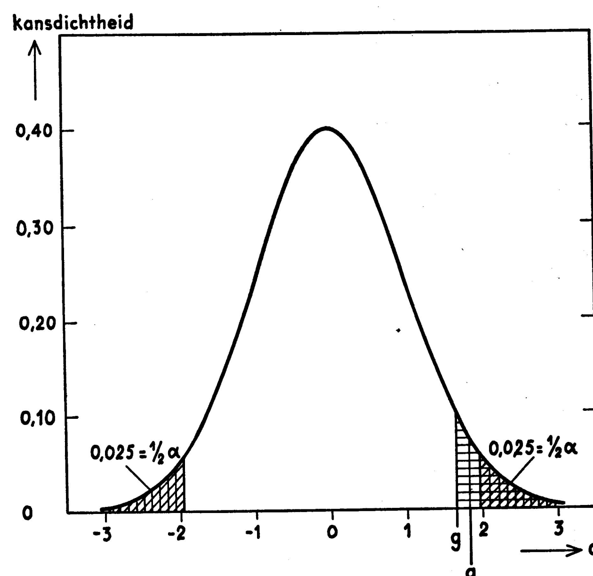


Fig. 5. Steekproefverdeling van d met één en tweezijdig kritiek gebied. Nulhypothese: $\Delta = 0$, significantieniveau $\alpha = 0{,}05$.

Welke zijn b.v. de alternatieve hypothesen bij ons voorbeeld van het verschil in treksterkte tussen de partijen bouten A en B ?
In het algemeen zal de vraagstelling luiden: „is er verschil tussen de gemiddelden?" d.w.z. „ver-

[4]) De t-toets van Student zal in een volgend artikel uitvoeriger worden behandeld (Red.).

schilt Δ van 0?" De alternatieve hypothese worden dan gegeven door $\Delta \neq 0$. Wij achten dus zowel $\Delta > 0$ als $\Delta < 0$ mogelijk en zullen een tweezijdig kritiek gebied moeten kiezen zoals in fig. 5 is aangegeven. Het kritieke gebied bestaat uit de beide delen in de staarten onder de gearceerde gebieden. Vergelijk ook hetgeen in figuur 2 werd opgemerkt.

De som van de oppervlakten der gearceerde gebieden is gelijk aan 0,05 (het gekozen significantieniveau). Vinden wij nu een waarde d in het rechter gearceerde gebied, dan beslissen wij, dat de gemiddelde treksterkte van partij A groter is dan die van partij B; vinden wij d in het linker gearceerde gebied, dan besluiten wij tot het omgekeerde. Een toets met een op deze wijze geconstrueerd kritiek gebied noemen wij een *tweezijdige toets.*

Het komt ook voor dat wij vooraf op niet-statistische gronden de richting van een eventueel verschil kunnen aangeven, hetzij omdat bekend is dat een (systematisch) verschil tussen gemiddelden in andere richting niet *kan* optreden, hetzij omdat alleen een verschil in deze richting technisch van belang is.

De bovengegeven vraagstelling („verschilt Δ van 0?") gaat dan over in b.v.: „is Δ groter dan 0?" De alternatieve hypothesen zijn in zo'n geval dus $\Delta > 0$, en het kritieke gebied wordt nu gegeven door $d > g$ (zie fig. 5), zó dat de oppervlakte boven het kritieke gebied onder de kromme weer gelijk is aan het significantieniveau 0,05.

Bij eenzijdige toetsing zal dus bij kleinere positieve waarden van d tot significantie worden besloten dan bij tweezijdige toetsing.

Het verschil $d = a$ (zie fig. 5) is b.v. éénzijdig getoetst wél en tweezijdig getoetst nog niet significant bij een significantieniveau van $\alpha = 0{,}05$.

Het spreekt vanzelf dat aangezien de éénzijdige en de tweezijdige vorm van een toets verschillende kritieke gebieden bezitten (bij gelijke α) ook de karakteristieken verschillen. Dit zal hier niet nader worden onderzocht.



W. J. DIXON — F. J. MASSEY, Jr.
Introduction to Statistical Analysis

(Mc Graw Hill, New York - Toronto - London, 2e edition, 1957, 488 pp; Prijs *f* 26,10.

De *eerste* druk van bovengenoemd boek (in 1951 verschenen) heeft, o.i. terecht, in ons land vrij grote bekendheid verkregen; o.m. werd het aanbevolen bij de cursus Statistisch Analist. Die belangstelling was te danken aan het feit, dat het boek op voortreffelijke wijze een uitgebreide verzameling recepten geeft voor de belangrijkste elementaire statistische methoden (w.o. variantie- en zelfs covariantie-analyse). Recepten, omdat niet of nauwelijks ingegaan wordt op de wiskundige achtergrond in de zin van „formule-achtige" bewijzen. Anderzijds echter worden de verschillende begrippen op exacte, a.h.w. „wiskundige" wijze ingevoerd en toegepast. Zeer verhelderend werken de vele steekproef-experimenten en uiterst nuttig is de nauwkeurige puntsgewijze beschrijving van de vele behandelde toetsen.

De *tweede* druk heeft hetzelfde karakter behouden. De omvang is echter toegenomen met niet minder dan 118 bladzijden, nl. 488 tegen vroeger 370. Een gedeelte daarvan is te danken aan een uitbreiding van de toch al omvangrijke en waardevolle tabellenverzameling, nl. 116 tegen vroeger 72 pagina's. Voorts is een nieuw hoofdstuk over „Probability" toegevoegd, waardoor nu ook iets medegedeeld wordt over de basis waarop de toepassing van de statistiek berust.

Het hoofdstuk over variantie-analyse is volledig omgewerkt en kan (voor een dergelijk boek) als up-to-date beschouwd worden. Bijzondere vermelding verdient het mooie, ook sterk uitgebreide hoofdstuk over de handige en de praktijkman zo sterk aansprekende parametervrije (verdelingsvrije) methoden. Men vindt hier werkelijk alle bekende methoden mèt de noodzakelijke tabellen bij elkaar. Hier en daar zijn tenslotte kleine tekstverbeteringen of uitbreidingen aangebracht.

Daarmede is deze tweede druk nog beter dan de eerste geschikt om als handboek gebruikt te worden door diegenen, die op een onmathematische maar toch exacte (dus serieuze) wijze willen kennis maken met de mathematische statistiek.

Recente ervaringen tonen duidelijk aan, dat in ons land bij velen een grote behoefte bestaat aan een dergelijk werk.

Wanneer men dit werk combineert met bijv. het boek van *S. Siegel: „Non parametric Statistics for the Behavioral Sciences"* (dit „Behavioral" behoeft geen bezwaar te zijn!), dat op „Dixon-Massey-achtige" wijze de parametervrije methode uitvoerig behandelt (het werk is uitvoerig besproken in Statistica Neerlandica, 1957, p. 51-52), beschikt men als praktijkman over een waar arsenaal van statistische methoden.

Van harte aanbevolen aan die kwaliteitsfunctionarissen en al diegenen, die zich de moeite willen getroosten grondig op de hoogte te raken met de toegepaste mathematische statistiek.

B.G.W.


OORKONDE

Het Bestuur van de Stichting van de Kwaliteitsdienst voor de Industrie heeft de

Ir. J. van Ettinger prijs

ingesteld ter bevordering van de KWALITEIT in de Nederlandse Industrie voor het jaar 1957 toegekend aan de heer H. J. Bramer, medewerker van de

N.V. Kousenindustrie L. TEN CATE

waardoor is komen vast te staan dat in dit bedrijf bijzondere zorg wordt besteed aan de KWALITEIT door toepassing van de methode van industriële kwaliteitsbeheersing

De Secretaris De Directeur

Stichting Kwaliteitsdienst voor de Industrie

JE MAINTIENDRAI

De Ir. J. van

Toespraak bij de uitreiking van deze prijs door de heer O. C. Huisman

Voordat ik overga tot het bekendmaken van de winnaar van de Ir. J. van Ettinger prijs en van de naam van het bedrijf waarin hij het door hem beschreven systeem van kwaliteitszorg heeft kunnen toepassen, wilde ik eerst in het kort het antwoord van de Kwaliteitsdienst voor de Industrie geven op de vraag „Wat doet U aan de kwaliteit", die het motto van deze Dag is.

Het is ondenkbaar dat het technisch kunnen en daarmede het kwaliteitsniveau van een bedrijf in de afgelopen 10, 20 jaren niet zou zijn gestegen. Voor een motor, pomp, dameskous, radiobuis of draaibank van vooroorlogse kwaliteit bestaat er nu geen markt meer. Deze verhoging van de kwaliteit wordt mogelijk gemaakt door nieuwe ideeën, machines, technieken en methoden. De methode van statistische kwaliteitsbeheersing is in dit verband één van de belangrijkste en meest belovende, daar deze onmisbaar is voor een doelbewuste en doeltreffende kwaliteitszorg in het bedrijf van nu en straks.

Immers, wil de Nederlandse industrie zijn concurrentievermogen in binnen- en Euroland behouden, dan is het noodzakelijk om de kwaliteit van onze produkten in de hand te hebben en te houden met behulp van de daarvoor ter beschikking staande en beproefde wetenschappelijke methoden.

Meerdere grote en middelgrote bedrijven in ons land hebben dan ook reeds geruime tijd de methode van kwaliteitsbeheersing met opmerkelijk succes toegepast. Het is echter helaas ook een feit dat het aantal bedrijven dat een doelbewuste en systematische kwaliteitszorg toepast nog te gering is. Gaat U maar eens na hoeveel bedrijven die U kent een kwaliteitsfunctionaris hebben en hoeveel bedrijven een directielid voor de kwaliteit hebben, zoals deze er wel is voor inkoop, verkoop en fabricage.

De nog geringe bekendheid van nieuwe methoden van kwaliteitszorg was aanleiding tot de oprichting van de Kwaliteitsdienst voor de Industrie. Haar taak is het propageren en het instrueren van de methode van kwaliteitsbeheersing.

Voor het propageren organiseert de Kwaliteitsdienst bijeenkomsten, zoals deze Dag, lezingen en informatiecursussen; zij stelt haar documentatie ter beschikking en geeft het tijdschrift Sigma uit. Voor het instrueren is een aantal cursussen samengesteld of nog in bewerking, zoals bijvoorbeeld voor de spinnerijen, de metaalindustrie, voor weeg- en vulproblemen, voor de confectie-, de grafische- en de electrotechnische industrie. Bij elk van deze activiteiten streeft de Kwaliteits-


Het Bestuur van de Stichting van de Kwaliteitsdienst voor de Industrie heeft de Ir. J. van Ettinger prijs

ingesteld ter bevordering van de KWALITEIT in de Nederlandse Industrie voor het jaar 1957 toegekend aan de heer

H. J. BRAMER

voor zijn beschrijving van de toepassing van de methode van industriële kwaliteitsbeheersing bij de N.V. Kousenindustrie L. TEN CATE

De Secretaris De Directeur

Stichting Kwaliteitsdienst voor de Industrie

Ettinger prijs 1957

Voorzitter van de Raad van Toezicht van de Kwaliteitsdienst

dienst naar samenwerking met de geëigende organisaties, instituten en verenigingen, zoals voor deze Dag met de Bedrijfssectie van de Vereniging voor Statistiek.
Tot het propageren behoort zeker ook het stimuleren en het erkennen van de verdiensten van diegenen die als voorbeeld kunnen dienen van hetgeen op het terrein van de kwaliteitszorg bereikt kan worden. Met dit doel heeft het Bestuur van de Kwaliteitsdienst de Ir. J. van Ettinger prijs ingesteld. Deze prijs wordt jaarlijks toegekend aan de inzender van de beste verhandeling over een sprekend praktijkgeval van de toepassing van de methode van kwaliteitsbeheersing of van industriële kwaliteitszorg in een Nederlands bedrijf.
Aangezien het hier gaat om een bekroning van een in de praktijk toegepast geval, spreekt het haast vanzelf dat het bedrijf, waar het beschreven systeem van kwaliteitszorg wordt toegepast, evenzeer bekroond dient te worden. Ik zal dan ook dadelijk zowel de winnaar als zijn directeur uitnodigen op het podium te komen om een blijvend aandenken aan hun succes in ontvangst te nemen.
Voordat ik daartoe overga dien ik U te vertellen dat het aantal inzendingen voor deze prijsvraag vijf bedroeg. Volgens het verslag van de jury, welke werd gevormd door de redactie van het tijdschrift Sigma, waren alle inzendingen van een goed gehalte. Deze zullen dan ook te zijner tijd worden gepubliceerd.
Dit resultaat heeft het Bestuur van de Kwaliteitsdienst bijzonder verheugd, temeer daar het hier een eerste maal betreft dat de prijsvraag werd uitgeschreven. Mede namens het Bestuur dank ik dan ook alle deelnemers voor de moeite en de zorg die zij aan hun inzendingen hebben besteed.
Thans kan ik overgaan tot het bekend maken van de naam van de inzender wiens artikel door de jury als het beste is gekwalificeerd.

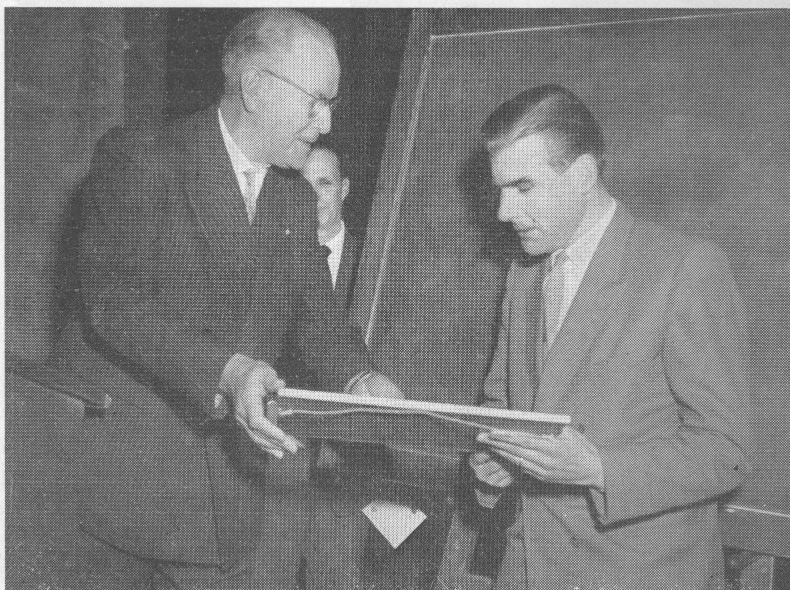
Het is de heer *H. J. Bramer*, die de Ir J. Van Ettinger-prijs voor 1957 heeft gewonnen met zijn artikel

kwaliteitsbeheersing in een klein bedrijf

Mag ik dan tevens de heer *L. ten Cate* uitnodigen om hier te komen als directeur van de Kousenindustrie L. ten Cate N.V. te Geesteren waar de heer Bramer werkzaam is?

Mijnheer Bramer, in Uw bekroonde artikel, dat de kwaliteitszorg beschrijft in de Kousenindustrie L. ten Cate, behandelt U een originele methode van snelle signalering van produktiestoringen en een middel van efficiënte verwerking

Uitreiking van de oorkonde en cheque aan de prijswinnaar, de heer H. J. Bramer



De heer L. ten Cate ontvangt de oorkonde



van kwaliteitsgegevens. De door U beschreven methode bezit een grote mate van overdraagbaarheid en is daarom ook bruikbaar in andere situaties of in andere industrieën. Het is mij bekend dat U als chef van de administratie in het bedrijf, dat ongeveer 100 werknemers telt, naast Uw hoofdtaak een grote belangstelling heeft voor alle organisatorische vraagstukken. Het getuigt wel van bijzondere eigenschappen dat U erin bent geslaagd om, ondanks Uw vele werk en andere interessen, de prijsvraag te hebben gewonnen. Het is mij dan ook een eer en een genoegen U hierbij het diploma en de bijbehorende cheque te overhandigen.

Mijnheer ten Cate, in april 1951 begon U in Uw bedrijf te Geesteren de produktie van dameskousen in een volgens de nieuwste inzichten geheel van een airconditioning-installatie voorziene fabrieksruimte. Uw doel was het vervaardigen van een eerste kwaliteit dameskous onder de meest gunstige omstandigheden en met de nieuwste en beste machines die verkrijgbaar waren. Om deze kousen van hoge kwaliteit te fabriceren heeft U echter niet alleen de beste outillage gekozen. U heeft ook de vooruitziende blik gehad om de kwaliteitszorg op moderne leest te schoeien. Uw bedrijf heeft met de toepassing van de methode van kwaliteitsbeheersing resultaten bereikt, die elke ondernemer U kan benijden. Het is mij dan ook een groot genoegen aan Uw bedrijf als eerste in Nederland deze oorkonde als bewijs van de bijzondere zorg die door U aan de kwaliteit wordt besteed, te mogen overhandigen.

De lezer van het bekroonde artikel (zie pag. 112) van de heer Bramer zal wellicht méér willen weten van het beschreven systeem; liever nog zal hij het in werking willen zien.
De mogelijkheid daartoe bestaat. De Kwaliteitsdienst voor de Industrie is de heer L. ten Cate, Directeur van de Kousenindustrie L. ten Cate N.V. te Geesteren zeer erkentelijk voor zijn aanbod om enkele kleine gezelschappen in zijn bedrijf te ontvangen. Het is de bedoeling om in een ochtend of middag, na een toelichting, het bekroonde systeem van kwaliteitszorg ter plaatse in werking te zien, terwijl er gelegenheid zal zijn vragen te stellen.
Om de belangstelling voor een dergelijk studiebezoek te kunnen overzien worden belangstellenden uitgenodigd zich vóór 15 november a.s. — onder vermelding van naam en functie — schriftelijk op te geven bij de Kwaliteitsdienst voor de Industrie, Koninginnegracht 101, Den Haag.

De Schijn

Inleiding van Ir. Th, P. Tromp, Lid van he
gehouden, op de Dag voo

Op 1 oktober verzamelden zich in de Utrechtse Schouwburg een vijfhonderd bedrijfsfunctionarissen om te luisteren naar een aantal lezingen over de kwaliteitsproblemen in de Nederlandse industrie.
Deze „kwaliteitsdag" werd geopend met een belangwekkende rede van Ir. Th. P. Tromp, Lid van het Presidium van de Raad van Bestuur van N.V. Philips.
Hij betoogde dat de Nederlandse industrie produkten van zeer hoge kwaliteit zal moeten leveren om voor de sterk toenemende bevolking het huidige welvaartspeil te kunnen handhaven. Doch ook de export — en de import van buitenlandse goederen — dwingt tot het fabriceren van kwalitatief hoogwaardige produkten, om ons staande te houden tegenover de wereldconcurrentie.
Tot nu toe heeft Nederland het voordeel gehad van een relatief laag loon- en kostenniveau, doch dit voordeel gaat langzamerhand verloren tengevolge van de recente loonstijgingen en sterke toename der sociale kosten.
Wanneer de Nederlandse produkten op de wereldmarkt niet meer „goedkoop" zullen zijn zal men nog kritischer worden ten aanzien van de kwaliteit ervan. Voor het exportpakket is het beste nog niet goed genoeg.
Ir. Tromp trok hieruit de conclusie dat voor het handhaven van de export van een land zonder grondstoffen de kracht gezocht moet worden in verhoging van de efficiency van het produktieapparaat en van de kwaliteit der produkten.
Om het bevolkingsaccres te kunnen opvangen, voor zover dit in de industriële sector te werk moet worden gesteld, zullen enorme bedragen moeten worden geïnvesteerd voor nieuwe vestigingen en uitbreidingen. De spreker citeerde bedragen uit de industrialisatie-nota van 20 miljard gulden voor de periode 1958-1962, en 27 miljard voor 1963-1967. Uit kwaliteitsoverweging is het bovendien noodzakelijk dat *bestaande* bedrijfsapparatuur wordt vernieuwd en gemoderniseerd, waarmee een bedrag van 1 miljard per jaar gemoeid is. Ir. Tromp wees in dit verband op de zeer grote verantwoordelijkheid van diegenen, die over deze investeringen moeten beslissen.
Een interessante vraag, die werd opgeworpen, was of men zich wel voldoende realiseerde dat

werper op de kwaliteit

Presidium van de Raad van Bestuur van n.v. Philips' Gloeilampenfabrieken, Industriële Statistiek 1957.

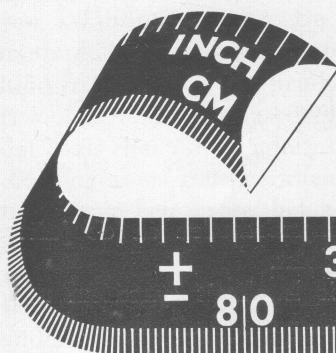
de kwaliteit van het produkt wel eens een voorwaarde voor het voortbestaan van een aantal middelgrote en kleine bedrijven kan blijken te zijn. Het leek de spreker nuttig dat de kleinere bedrijven in deze nauwer gaan samenwerken. Verschillende instanties op het gebied van kwaliteitsbeheersing en research zouden hierbij kunnen worden ingeschakeld.
Dat het begrip „kwaliteit" zeer veelzijdig is lichtte de spreker toe aan enkele voorbeelden. De inhoud van dit begrip is nl. sterk afhankelijk van het stadium in het produktieproces, waar men de „kwaliteitsthermometer" aanlegt.
Voor de *researchman* betekent kwaliteit: het technisch hoogst bereikbare bij de huidige stand van wetenschap en techniek.
Voor de *ontwikkelaar* is het de juiste constructieve vormgeving, die recht doet wedervaren aan de goede toepassing van de meest moderne materialen en verwerkingsmethoden en de juiste werking van het produkt.
Voor de *fabrikant* is kwaliteit synoniem met efficiënte fabricage en geringe uitval.
Voor de *controle-afdeling* betekent „goede kwaliteit": het voldoen aan de eisen.
Het uiterlijk aanzien van het produkt is een belangrijke kwaliteitseigenschap voor de *verkoper*.
De *serviceman* zal „de kwaliteit" van het produkt vertalen als „betrouwbaarheid".
De *klant* interpreteert de kwaliteit van het produkt weer op andere wijze en verstaat hieronder een juiste werking, fraai uiterlijk en betrouwbaarheid, vergeleken met die eigenschappen van de concurrerende goederen.

Aan het einde van zijn lezing formuleerde Ir. Tromp zijn twaalf kwaliteitsgeboden, die wij hieronder weergeven.

De twaalf geboden



1. *Kwaliteit en Vakmanschap gaan hand in hand.*
2. *Bij de bepaling van het kwaliteitsniveau behoort de wens van de klant en de prestatie van de concurrentie uitgangspunt te zijn.*
3. *Technische kwaliteit en klantenkwaliteit zijn niet synoniem.*
4. *De ontwerper streve niet naar overdreven, niet noodzakelijke, nauwe toleranties.*
5. *Procesbeheersing, noodzakelijk voor goede kwaliteit, vereist naast doelmatige produktiemiddelen, goed geïnstrueerd personeel.*
6. *Een klein percentage fouten is in ieder industrieel proces onvermijdelijk. Men neme er echter nooit genoegen mee!*
7. *Niet alle kwaliteit is meetbaar.*
8. *Het hoogste gebod voor de kwaliteitsafdeling is niet de kunst van afkeuren, doch vooral het optreden als informatiedienst om daaruit te leren en het beter te doen.*
9. *Bij de beheersing van de kwaliteit is de verhouding leverancier-afnemer een belangrijke, die ook hier gebaseerd dient te zijn op wederzijds vertrouwen.*
10. *Goede kwaliteit is goedkoop en niet duur. Overdreven eisen zijn kostbaar.*
11. *Goede kwaliteit betekent continue werkgelegenheid voor duizenden.*
12. *Een slecht produkt in de handen van een goed verkoper kan wel tijdelijk tot een onverdiend succes leiden, doch slechts goede produkten in handen van een goede verkoper garanderen succes en continuïteit op lange termijn.*



Kwaliteitsbeheersing *in een klein bedrijf*

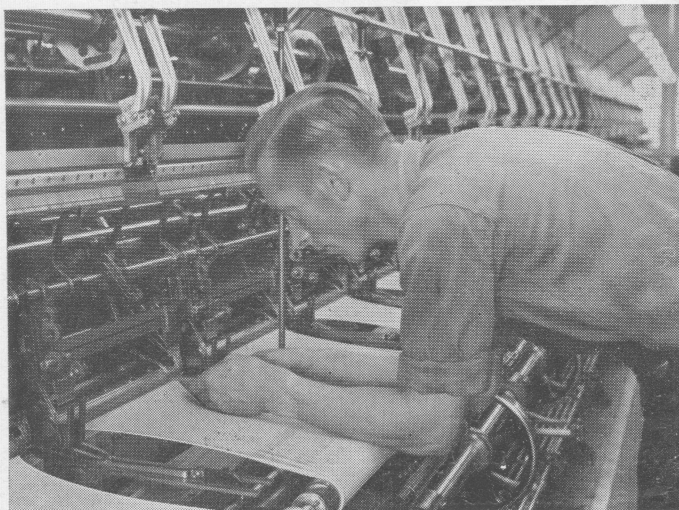
door H. J. Bramer, medewerker van n.v. Kousenindustrie L. ten Cate, Geesteren (Overijssel)

> *Dit artikel werd bekroond met de Ir. J. van Ettinger Prijs 1957. In de volgende nummers zullen ook de andere inzendingen voor deze prijsvraag worden gepubliceerd.*
> *Redactie*

Het bedrijf en het produktie-proces

Zoals de titel van dit artikel reeds aangeeft is het bedrijf, waar het volgende betrekking op heeft, van betrekkelijk kleine omvang. Het totale personeel bestaat uit ruim 100 personen, waarvan ongeveer 60 meisjes en ongeveer 40 mannen. Er worden uitsluitend nylon dameskousen vervaardigd.

Het produktieproces verloopt als volgt: In de *breierij* worden de garens op zogenaamde full fashioned (vlak-) breimachines tot kousen gebreid. Full fashioned kousen zijn kousen waarbij de vorm van het been door meerderen en minderen tijdens het breien in de kous wordt aangebracht. Dit kan alleen geschieden, wanneer de kous als een plat vlak wordt gebreid. Elk van deze breimachines heeft 32 fontouren, hetgeen wil zeggen dat er 32 kousen tegelijk worden gebreid. Deze afdeling is wegens de hoge aanschaffingskosten van de breimachines en door de benodigde nevenapparatuur als air-conditioning etc. zeer kapitaal-intensief.



Breien

Aangezien op de full fashioned breimachines de kousen vlak gebreid zijn moeten de zijkanten aan elkaar worden genaaid. Dit geschiedt op speciale naaimachines in de *naaizaal.* Na het naaien worden de kousen gecontroleerd op fouten, die zo mogelijk door de repareerster worden hersteld. Vervolgens worden de kousen gereinigd, geverfd en gefinished in de *ververij,* waarna in de *vormerij* de kousen, op aluminium beenvormen getrokken, in een stoomkast worden geplaatst, waarbij de reeds ingebreide pasvorm nog eens extra wordt gefixeerd. Zijn de kousen eenmaal gevormd dan worden ze door de sorteersters nauwkeurig onderzocht en ingedeeld in „keuzen", waarna door de paren-maaksters de kousen, die gelijk zijn van lengte, etc. twee aan twee bij elkaar worden gezocht en op een inlegvel gebracht. Als laatste stadium volgt nu nog het stempelen en inpakken van de kousen, waarna ze voor verzending gereed zijn.

Hoe het was

Vóórdat, ruim een jaar geleden, werd overgegaan tot het verbeteren en uitbouwen van de kwaliteitscontrole en -beheersing, werden reeds diverse werkzaamheden verricht, die ten doel hadden de kwaliteit op een hoog peil te brengen of te houden en de (keuze-) uitval zoveel mogelijk te beperken.

In de breierij werden — en worden nog steeds — de tijdens het breien naar voren komende fouten

door degene, die de machine bedient, aangetekend. Dit geschiedt op een scorelijst en wel per fontour en per rit (dit zijn 32 tegelijk gebreide kousen), met vermelding van de aard van de fout. Zodoende is het voor de chef van de breierij mogelijk om herhaaldelijk voorkomende kleine fouten op grote afwijkingen in één blik op de scorelijst te ontdekken en zodoende deze, voordat ze al te veel schade hebben aangericht, te herstellen. Ook werd reeds periodiek van elke breier en door deze als eerste soort aangemerkte produktie steekproefsgewijze gecontroleerd en werden de resultaten hiervan op een lijstje in de breierij opgehangen. Deze controle wordt uitgevoerd met een doorzichtig plastic „strijkijzer", waarmee het mogelijk is de omgekrulde zelfkanten van de nog ongenaaide kous te ontkrullen en zodoende eventuele afwijkingen in het breisel te ontdekken. Tenslotte werd wekelijks van elke machine een rit kousen gecontroleerd op lengte, elasticiteit en gelijkmatigheid van breisel.



Naaien

De controle op de naaisters vond en vindt plaats door de controleuse, die per naaister de foutief genaaide kousen noteert op een bij elke partij kousen gevoegde aantekenkaart, waarop tevens de indeling in soorten en het aantal repasseerkousen worden aangetekend. Een kwaliteitspremie op het loon van de naaister stimuleert haar om een zo goed mogelijke kwaliteit te leveren.

Voor de controleuses en de sorteersters waren „normen" boeken aangelegd, waarin voor zover mogelijk van de voorkomende fouten foto's of voorbeelden waren aangebracht met daarnaast een omschrijving en de bepaling in welke soort of keuze een kous met de betreffende afwijking moest worden ingedeeld.

Tabel I: Pareto-analyse betreffende oorzaken van 2e soort en afvalkousen.

Aard van de fout	Aantal	Percentage
Afspringers	616	23,1
Lusjesvorming van de cone	22	0,8
Titerafwijking	69	2,6
Pluisje	92	3,5
Onvoldoende gesterkt	—	—
Dubbele draad	16	0,6
Gerafelde zelfkant	17	0,6
Minderingsfout	137	5,1
Draadgeleider-fout	—	—
Breifout	275	10,3
Opstootkous	137	5,1
Naaldbreuk	1113	41,9
Ingetrokken draad	10	0,4
Picotfout	147	5,5
Platinenfout	12	0,5
Totaal	2663	100,0

De totaalresultaten van de controleuses en sorteersters werden wekelijks grafisch uitgezet.

Maatregelen en methoden ter verbetering

Alhoewel uit het bovenstaande blijkt, dat er reeds lang aandacht werd besteed aan de kwaliteit van het produkt en getracht werd de uit- en afval zo laag mogelijk te houden, gingen er toch nog aanzienlijke bedragen verloren doordat een bepaald percentage van de produktie in een lagere keuze moest worden ingedeeld. Om deze verliezen zoveel mogelijk te verminderen, doch met handhaving van de aan de eerste keus gestelde kwaliteitseisen, werden diverse maatregelen genomen. Om te beginnen werd een medewerker van een efficiency-bureau, deskundig op het gebied van kwaliteitsbeheersing en -controle, gevraagd om, in samenwerking met de boekhouder van het bedrijf, het bestaande systeem op zijn merites te beoordelen en dit eventueel uit te bouwen tot een doelmatig werkend geheel. Hiermee bezig zijnde kwam men al spoedig tot de conclusie dat het bestaande kwaliteitscontrolesysteem aangevuld diende te worden met:

1 Een systematisch en geregeld onderzoek naar de aard van de fouten en naar de frequentie, waarmee de verschillende fouten zich voordoen.

2 Het opsporen en elimineren van de oorzaken, waardoor de fouten ontstaan.

3 Een controle op het werk van de controleuses en sorteersters teneinde te bereiken dat de verschillende voorkomende fouten door elke controleuse en serveerster gelijk beoordeeld zou worden. De „normen"-boeken zouden hierbij als maatstaf moeten dienen.

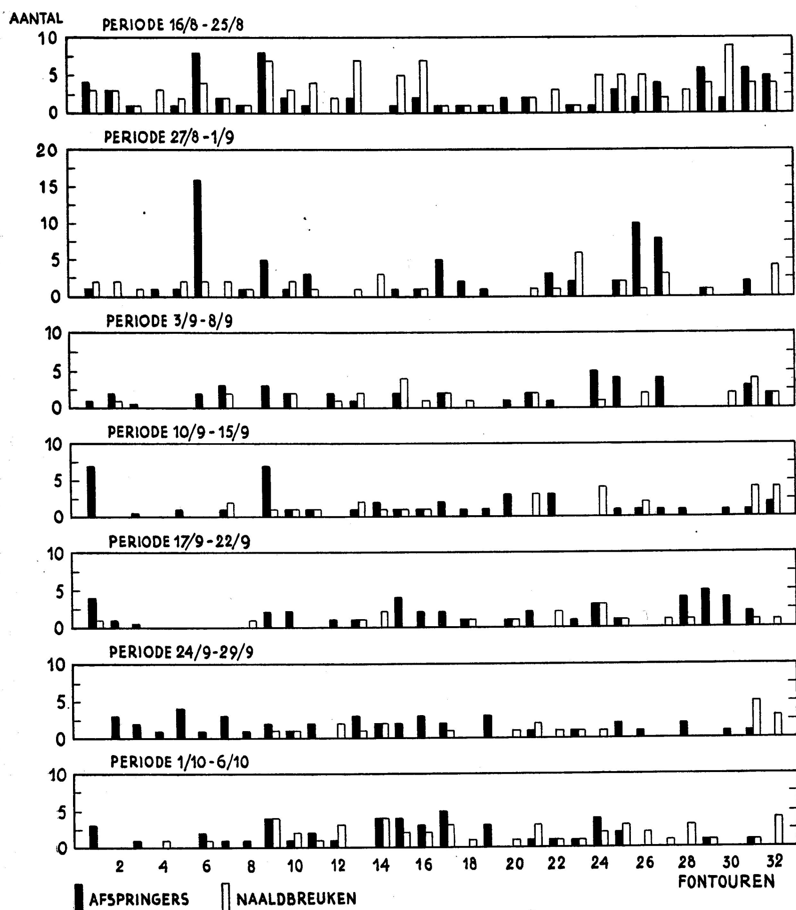


Fig. 1. Aantal afspringers en naaldbreuken per fontour over een periode van zeven weken.

Aard en frequentie der fouten

In de breierij boden de door de breiers bijgehouden scorelijsten van de gesignaleerde fouten per fontour van elke machine prachtig materiaal voor een onderzoek naar de aard en de frequentie van de voorkomende fouten. Van een groot aantal scorelijsten werden de gegevens getotaliseerd en in een tabel verwerkt (tabel I) waarbij bleek, dat het aantal naaldbreuken en afspringers (breuk van de draad, waarmee de kous wordt gebreid, zodat deze van de naalden „afspringt") verreweg de belangrijkste oorzaken waren van de 2e soort en afvalkousen, die in de breierij ontstonden. Daarom werd besloten om deze fouten wekelijks per machine en per fontour grafisch uit te zetten, zodat de chef van de breierij zou kunnen zien, welke fontouren speciale aandacht behoefden. Dat hiermede in een zeer korte tijd goede resultaten bereikt zijn toont duidelijk figuur 1.

De door de controleuses ingevulde aantekenkaart was minder volledig. Deze geeft nl. wel een overzicht van het aantal verkeerd genaaide kousen, het aantal repasseerkousen (gesplitst in haaltjes en ladders) en het aantal 2e soort kousen, dat in de betreffende partij kousen werd aangetroffen, maar geeft geen uitsluitsel omtrent de aard van de fouten waardoor die 2e soort is ontstaan. Daarom werd overgegaan tot het nemen van steekproeven, waarbij voor elke fout de frequentie werd aangetekend. Ditzelfde systeem werd gevolgd bij de sorteersters. Ook hier geeft de betreffende aantekenkaart nl. alleen een overzicht van het totale aantal 1e keus, B keus, 2e en 3e keus, maar niet de aard der fouten waardoor een kous in een lagere keus is ingedeeld.

Opsporen en elimineren der foutenoorzaken

Is de aard van de fouten bekend dan dienen de oorzaken te worden opgespoord en geëlimineerd. Hiertoe wordt één keer per veertien dagen een kwaliteitsbespreking gehouden, waarbij de chefs van de verschillende afdelingen aanwezig zijn en die geleid wordt door de boekhouder. Op deze besprekingen worden alle gemaakte statistieken en verzamelde gegevens onder de loupe genomen en wordt overlegd welke maatregelen er genomen kunnen en/of moeten worden om bepaalde fouten te vermijden.
Daarnaast worden er enkele grafieken gemaakt, die tot het opsporen van de fouten-oorzaken kunnen bijdragen. Zo is er een grafiek van het percentage 2e soort en afvalkousen per breier, volgens de gegevens van de scorelijst van de breierij (zie figuur 2). Uit de gegevens die de aantekenkaart van de controleuse verschaft worden grafieken gemaakt van: het percentage 2e soort, haaltjes, ladders, over te naaien kousen en afval en wel elk afzonderlijk per machine, per naaister en per controleuse, op dezelfde wijze als figuur 2 laat zien. Deze statistieken tonen aan, in hoeverre een bepaalde persoon of machine meer uit- en/of afval heeft dan anderen.

Verder moet hier nog het systeem van de „proefnaaister" worden vermeld. Uit de onder 1 genoemde steekproeven bleek dat een zeer groot deel van de bij de controleuses en sorteersters in een lagere keus ingedeelde kousen scheef gebreid waren. Nu kan men een steekproef nemen door geregeld van elk fontour enige nog ongenaaide kousen te gaan opmeten om te zien of en in hoeverre de ene zijde van de kous langer of korter is dan de andere, doch dit is een zeer tijdrovende bezigheid. Aangezien de naaister er hinder van ondervindt, wanneer een kous niet recht gebreid is (de beide zijden sluiten dan niet goed tegen elkaar), werd een van de naaisters als „proefnaaister" aangesteld, die nu geregeld

van elke machine een partij kousen te naaien krijgt, waarvan ze op een scorelijst aantekent van welk fontour de kousen scheef zijn en welke kant korter is. Blijkt dat in een partij meer dan 2 of 3 kousen van eenzelfde fontour scheef zijn dan wordt dit nog even gecontroleerd door zo'n kous na te meten. Daarna worden de gegevens aan de chef van de breierij doorgegeven, die dan aan de hand hiervan het betreffende fontour kan bijstellen. Al spoedig werden door de proefnaaister niet meer alleen de scheve kousen aangetekend doch ook andere afwijkingen, waarvan zij hinder heeft. De effectieve werking van dit systeem blijkt wel uit de volgende cijfers van machine 4. In de



Controleren

periode van 10 oktober tot 17 oktober (kort na de invoering) werden per partij gemiddeld 7½ fontour als scheef aangemerkt en 5¼ fontour met hinderlijke afwijkingen geconstateerd. Ruim een maand later, in de periode van 20 november tot 26 november, waren deze cijfers reeds terug gebracht van 2¼ tot 1¾. Ook de scorelijsten van de overige machines tonen een nagenoeg dezelfde vooruitgang.

Controle op de controleuses en sorteersters

Aangezien het wenselijk was om voor de controleuses en sorteersters een hoeveelheidstarief in te voeren moest gelijktijdig hiermee een controle ingesteld worden op de kwaliteit van het door deze groepen afgeleverde werk, vooral omdat beide groepen de kwaliteit van het af te leveren eindprodukt bepalen. Ook was het niet denkbeeldig, dat, alhoewel elk van deze meisjes geïnstrueerd was aan de hand van het „normen"-boek voor het betreffende werk, toch na verloop van tijd ieder haar „eigen" norm zou gaan aanleggen voor het indelen in keuzen van de verschillende voorkomende fouten, aangezien een dergelijke beoordeling nu eenmaal zeer subjectief is. Wel werden af en toe door de chef van de betreffende afdeling steekproeven genomen doch dit gebeurde noch systematisch noch regelmatig. Om nu zo weinig mogelijk verschillen te krijgen in de individuele beoordelingen en om in het algemeen de kwaliteit van het werk der controleuses en sorteersters in de hand te houden werd een „ijk-controle" ingesteld. Hiervoor werd een meisje aangesteld en opgeleid, die uit het werk van elke sorteerster en controleuse 4 keer per week een steekproef neemt van 40 kousen die in de 1e kwaliteitsklasse en 20 kousen, die in de 2e kwaliteitsklasse zijn ingedeeld. De gevonden fouten worden genoteerd en hiervan wordt elke week per persoon het voortschrijdend gemiddelde over de laatste 4 weken bepaald. Naar gelang dit cijfer afwijkt van het van te voren bepaalde normcijfer, dat verkregen is uit een

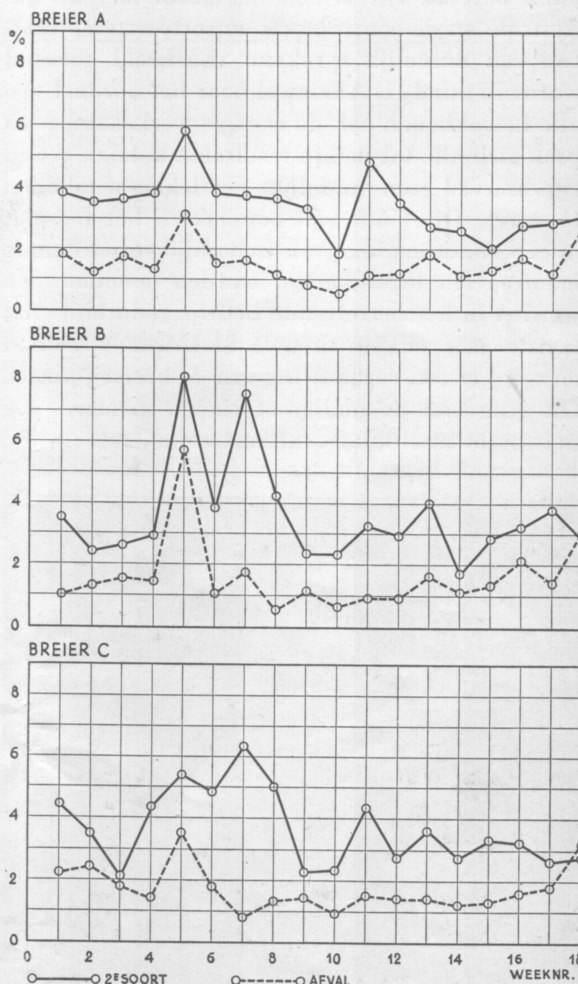


Fig. 2. Vergelijkend overzicht van het percentage 2e soort en afval per breier op machine 2.

groot aantal steekproeven, wordt een kwaliteitspremie toegekend of een aftrek wegens slechte kwaliteit toegepast. De door de ijk-controleuse gevonden fouten worden terstond na de controle aan het betreffende meisje medegedeeld. Om te zien of de ijk-controleuse de juiste normen toepast wordt een keer per 4 weken een van te voren samengestelde serie kousen, waarvan dus de normbeoordeling vast ligt, door haar ingedeeld. De kousen, die door haar afwijkend zijn beoordeeld, worden dan nog eens onder de loupe genomen en besproken. De werkzaamheden van de ijk-controleuse bestaan behalve uit de hier genoemde verder uit het verzamelen van de gegevens en het maken van de grafieken zoals die onder de punten 1 en 2 beschreven zijn.

Resultaten

Zoals reeds vermeld werd zijn met de grafieken van het aantal naaldbreuken en afspringers per fontour en per machine en met de scorelijsten van de proefnaaister goede en aantoonbare resultaten bereikt. Dit is ook het geval met de ijkcontrole op de controleuses en sorteersters, waarvan een duidelijk sprekend voorbeeld getoond wordt in tabel II. Alhoewel naar het oordeel van alle betrokkenen ook de overige werkzaamheden praktisch alle tot betere resultaten hebben geleid zijn hiervan geen duidelijke grafieken of tabellen te tonen. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat in een onderneming praktisch altijd verschillende maatregelen tegelijkertijd worden genomen. Zo werden in het betreffende bedrijf gedurende het laatste jaar enkele nieuwe machines opgesteld en vond er een verbouwing van de breierij plaats. Dit ging met de nodige storingen gepaard, die het totale kwaliteitsbeeld vertroebelden.



Sorteren

Tabel II. Resultaten IJk-controles
Elke week 4 steekproeven van:
40 stuks 1e keus en 20 stuks B keus.

CONTROLEUSE 304.

Werk nr.	Gemiddeld aantal fouten in deze week	Voortschrijdend gemiddelde over de laatste 4 weken
42	2 ¾	—
43	2 ½	—
44	1 ½	—
45	½	1 13/16
46	¾	1 5/16
47	½	13/16
48	½	9/16
49	½	9/16

Organisatie

Zoals gezegd berust de leiding van de kwaliteitsafdeling bij de boekhouder van het bedrijf, die de grote lijnen aangeeft. Deze op zijn beurt wordt weer geïnstrueerd door de kwaliteitsdeskundige van het efficiency-bureau, die aanvankelijk eens per maand en later eens per drie maanden een bezoek brengt aan het bedrijf en de moeilijkheden, die zich voordoen bespreekt. De ijk-controleuse zorgt voor het uitvoerende werk, in sommige gevallen bijgestaan door een meisje uit de produktie-afdelingen. Wil een bepaalde afdelingschef gaarne iets uitgewerkt hebben dan wordt dit in onderling overleg geregeld en uitgevoerd, indien de overige werkzaamheden dit toelaten. De kwaliteitsbespreking is hierbij een zeer nuttige instelling, waar tevens vaak zeer waardevolle suggesties worden gedaan en plannen worden ontwikkeld, hoe op de beste manier gewerkt kan worden of in welke richting een onderzoek naar een bepaalde fout moet worden geleid.

Enige administratieve aspecten

Om een kwaliteitsafdeling aan haar doel te doen beantwoorden dient deze de beschikking te hebben over zeer veel gegevens, die de een of andere administratie moet kunnen leveren. Daarom is het duidelijk dat — wil een kwaliteitsdienst efficiënt werken — er ook de nodige aandacht dient te worden besteed aan de administratieve zijde van het geheel. In het onderhavige geval werd dan ook steeds, wanneer er gegevens nodig waren, de vraag gesteld „staan deze gegevens reeds ter beschikking?" of, wanneer dit niet het geval was, werd nagegaan of soms een bestaand formulier eventueel door een kleine wijziging dienstbaar gemaakt kon worden aan het beoogde doel. Zodoende werden alle benodigde gegevens met een

betrekkelijk klein aantal (7) formulieren verkregen waarvan er reeds drie in gebruik waren voor de verantwoording van de produktie.
De verdere bewerking van de gegevens, die de formulieren verschaffen, bestaat voor het overgrote deel uit het totaliseren en het berekenen van een percentage, waarna deze grafisch uitgezet kunnen worden. Soms echter moeten dezelfde gegevens eerst worden uitgesplitst naar twee of drie gezichtspunten, zoals dit het geval is met de gegevens van de aantekenkaart van de controleuse, daar de hierop aangetekende foutensoorten apart per controleuse, per naaister en per machine in grafiek moeten worden gezet. Hierbij is met succes gebruik gemaakt van een eenvoudig doorschrijfsysteempje. Dit werkt als volgt: de diverse controleusekaarten (50 à 60 per week) worden eerst gesorteerd per controleuse en deze weer per machine. Op een doorschrijfplaat wordt nu eerst een formulier gelegd, waarop de gegevens voor een bepaalde controleuse kunnen worden aangetekend, daarna een stuk carbon en daar bovenop een formulier met dezelfde liniatuur voor de gegevens per machine; weer een stuk carbon en tenslotte de kaart, met wederom dezelfde liniatuur als het formulier, voor de gegevens per naaister. De kaart voor de gegevens per naaister moet echter praktisch altijd bij elke controleuse-kaart, waarvan de gegevens moeten worden overgenomen, worden verwisseld voor een andere, hetgeen met het betreffende apparaat eenvoudig en gemakkelijk in zijn werk gaat omdat het „naaisterformulier” bovenop ligt. Zodoende wordt de verlangde uitsplitsing met slechts één keer schrijven verkregen.

Conclusie

Uit het voorgaande blijkt, dat het ook in een klein bedrijf mogelijk is om zonder al te grote kosten te komen tot een behoorlijk sluitende kwaliteitscontrole en -beheersing en dat het besteden van enige aandacht aan de afdeling administratie van de kwaliteitsdienst vruchten kan afwerpen.

KWALITEIT

door Ir. J. van Ettinger,
directeur van het Bouwcentrum te Rotterdam

Het tot stand komen van het Verfcentrum als nieuwe afdeling van het Bouwcentrum inspireerde Ir. van Ettinger tot het hier gepubliceerde artikel.

In tijden van bestedingsbeperking komt de noodzaak van de verhoging van de produktiviteit weer met grote kracht naar voren. Want als wij het peil van onze investeringen voor onze volkshuisvesting, de opvoeding van onze jeugd, de toekomstige werkgelegenheid, de Nato-verzekeringspremie en vele andere dwingende zaken niet belangrijk kunnen verlagen en wij om welke reden dan ook onze consumptie niet willen verlagen, dan blijft er als enig redmiddel over: verhoging van de produktiviteit bij gelijkblijvende consumptie en afgeremde investeringen.

Maar hierbij moeten wij niet de fout maken om uitsluitend te denken aan de verhoging van de hoeveelheid, welke in een zekere tijdseenheid wordt geproduceerd, d.w.z. *de directe produktiviteit.*
Van produktiviteitsverhoging dient ook gesproken te worden als de hoedanigheid van het produkt bij gelijkblijvend gebruik van produktiemiddelen toeneemt, als dus b.v. in hetzelfde aantal man-uren een beter produkt gemaakt wordt. Een aldus bewust bereikte verbetering van de hoedanigheid, van de kwaliteit van het produkt beschouwen wij als een aspect van de produktiviteitsverhoging, dat wij als *indirecte produktiviteit* aanhouden.
Het gaat echter niet alleen om de verhoging der directe en indirecte produktiviteit, maar ook om het bereiken bij gegeven omstandigheden van een evenwicht tussen kwantiteit en kwaliteit.
Kwaliteit, uit deze gezichtshoeken bezien, zou-

den wij hier bewuste kwaliteit willen noemen. Bewuste kwaliteit betekent niet „beter maar duurder", betekent niet hang- en sluitwerk van koper in een huis met onvoldoende bescherming tegen geluidshinder, maar betekent: bewuste afweging van kwalitatieve tegen kwantitatieve elementen, van wezenlijke behoefte tegen economische mogelijkheden, kortom een bewuste verhoging van de intrinsieke waarde van wat vervaardigd wordt.
Als zodanig verdient het streven naar bewuste kwaliteit een plaats in de voorste rij der acties tot verhoging van de produktiviteit.
De betekenis van de kwaliteit neemt toe, naarmate het gebruik van het produkt langdurig is. Een slecht papieren servetje veroorzaakt éénmaal hinder, een slecht huis kan vijftig jaar een ongunstige invloed op een gezin uitoefenen.

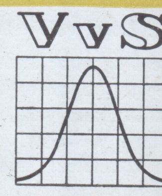
Vooral dus in de bouwnijverheid speelt de kwaliteit een grote rol. De hoedanigheid van een bouwwerk bepaalt immers de doelmatigheid ervan, omdat het zovele jaren zijn diensten zal moeten bewijzen en in een aantal gevallen ook zijn culturele waarde.
Daar komt nog bij, dat in vele gevallen het bewuste streven naar kwaliteitsverbetering kan leiden tot rationalisatie, die ook de produktiekosten gunstig beïnvloedt.
De veronderstelling, dat verbetering van kwaliteit tot verhoging van produktiekosten moet leiden, is in zijn algemeenheid niet juist; kwaliteitsverbetering kan zelfs met verlaging van de stichtingskosten gepaard gaan en zeker met verlaging van de exploitatiekosten.
Bij het bouwen zijn honderden grotere en kleinere problemen op te lossen en steeds moet men trachten de juiste keuze te doen uit een vaak groot aantal mogelijkheden. Hiervoor mag als basis niet alleen de persoonlijke ervaring dienen of een bepaalde mening, maar zijn feiten nodig en koele berekening.
Wil men het vraagstuk van de directe en de indirecte produktiviteit op het gebied van het bouwen met succes aanpakken, dan dient men niet alleen de stichtingskosten in het oog te houden, maar vooral ook de toekomstige exploitatiekosten, waarin natuurlijk de stichtingskosten (wat betreft de rente en de afschrijving daarvan) in veel sterkere mate dan voorheen, nu de kapitaalrente zo is opgelopen, een belangrijke rol spelen.
Wij winnen echter niets, doch verliezen uiteindelijk wanneer wij hierbij belangrijke kwaliteitsaspecten van het gebouw uit het oog verliezen, zoals bijvoorbeeld de praktische bruikbaarheid van de indeling van het gebouw, de verwarming, het schilderwerk en het schoonhouden.
Laten wij ons niet in de hoek laten drukken van de arme mensen, die altijd duur kopen, want dan zouden wij wellicht onze investeringsbeperking bereiken via de wissel welke in de toekomst betaald moet worden middels de verhoogde exploitatiekosten.
Maar de gunstigste technische kwaliteit van het gebouw kan niet alleen worden bereikt door een juiste aanwending van de primaire materialen, zoals staal, hout, beton en baksteen.
Voor de eerste drie geldt, dat zij eerst tenvolle voldoen als wij ze chemisch, door middel van verf, te hulp komen, terwijl daarnaast de verf door de kleur belangrijk kan bijdragen tot verhoging van de esthetische kwaliteit van het gebouw, zowel uitwendig als inwendig.
Op het gebied van het schilderwerk zelf ligt het evenwel niet zo, dat alles vaststaat en voor elk geval de juiste aanpak voor een ieder duidelijk is.
Het is daarom nodig, dat voor het bereiken van de gunstigste oplossing voor dit schilderwerk — waarmede honderden miljoenen per jaar zijn gemoeid — het wetenschappelijk onderzoek, de praktijkproeven, de documentatie en de voorlichting hand in hand gaan met de praktijk zelf.
Het openen van een Verfcentrum in het Bouwcentrum waarbij een 14-tal belangrijke verfindustrieën samenwerken, is daarbij een stap in de goede richting en een uiting van de groeiende samenwerking in Nederland van allen, die bij verf- en schilderwerk zijn betrokken.

LEZING SUBJECTIEVE KWALITEITSNORMEN

De lezing welke Ir. P. P. van Beek, Directeur van de Gerofabriek N.V., Zeist, op de Dag voor Industriële Statistiek 1957 heeft gehouden over het in zijn bedrijf toegepaste kwaliteitsbeleid, heeft bijzonder veel belangstelling gewekt.
In overleg met Ir. van Beek heeft de Kwaliteitsdienst het plan opgevat om de vele geïnteresseerden door middel van een studiebezoek aan het bedrijf in de gelegenheid te stellen zich nader op de hoogte te stellen van de bij Gero gevolgde aanpak, werkwijze en methode op het gebied van kwaliteitszorg.
Degenen die voor een dergelijk bezoek van een halve dag belangstelling hebben kunnen zich tot 15 november a.s. schriftelijk wenden tot de Kwaliteitsdienst voor de Industrie, Koninginnegracht 101, Den Haag.

Redactie: J. W. E. Vos, math. drs.

Statistisch Nieuws



Mededelingenblad van de Vereniging voor Statistiek

Statistisch Allerlei

De Jubileumpuzzel

Daar er in dit nummer reeds een dobbelspel is opgenomen zal de oplossing van het vraagstuk, opgegeven ter gelegenheid van het 300-jarig bestaan der kansrekening in het volgende nummer worden opgenomen.

Een dobbelspel

In een dorpsherberg zag een onzer lezers een aantal stamgasten een dobbelspel spelen. Dat is op zichzelf niet bijzonder. Misschien bent U wel tegen dobbelen. Dit spel echter bleek niet alleen een geluksspelletje te zijn, uitsluitend afhankelijk van het toeval maar plaatste de spelers tevens voor het nemen van beslissingen die van invloed waren op de uitkomst. Het is dan ook hierom dat wij deze ervaring gaarne aan de lezers doorgeven.
De spelers werpen, om beurten, een aantal malen met drie dobbelstenen. Aan iedere worp worden punten toegekend volgens onderstaande waardering:

a. een geworpen vijf telt 50, twee vijven tellen 100 punten

b. een geworpen één telt 100, twee enen tellen 200 punten

c. drie gelijke ogentallen tellen 1000 punten, ook als het drie enen of drie vijven zijn

d. worpen zonder enen, zonder vijven en zonder drie gelijke ogentallen geven 0 punten.

Zo telt de worp (5,1,6) = 150; (1,1,5) = 250 en (2,2,4) = 0 punten. Wanneer en zo lang een speler in een worp punten haalt mag hij nogmaals werpen. Hij mag echter ook „passen".
Zodra hij echter een puntloze worp gooit is zijn beurt voorbij en vervallen bovendien alle punten die hij in die beurt behaald heeft. Past hij daarentegen, dan behoudt hij het totaal aantal in die beurt behaalde punten, hetwelk wordt genoteerd. Het is dus zaak voor iedere speler om op het juiste moment te passen en de behaalde punten te laten opschrijven.
Bij het begin van het spel moet iedere speler in zijn eerste worp of serie worpen tenminste 300 punten halen om deze te laten gelden. Na deze eerste geldende serie met minstens 300 punten, mogen alle puntentotalen van volgende beurten, ook al zijn deze minder dan 300, worden meegerekend. Het spel eindigt voor een speler als hij over een aantal beurten 3500 punten heeft behaald. De speler die het laatst aan zijn 3500 punten komt, verliest en moet natuurlijk het gelag betalen. De spelers in de dorpsherberg volgden bij het spel een zekere strategie, aan de hand van een aantal vuistregels om te beslissen of zij moesten passen of doorgaan. Deze regels, die straks gedeeltelijk getoetst worden aan de kansrekening waren als volgt:

1. In het algemeen moet tot niet meer dan ongeveer 400 punten worden doorgespeeld.
2. Bij een grote achterstand is dit verder doorspelen wel nuttig.
3. Zit men dicht bij 3500 punten en wordt men niet door een andere speler bedreigd, dan is het veilig te passen bij ongeveer 250 punten.
4. Liggen twee spelers nek aan nek in de eindspurt, dan wordt er „gegokt", d.w.z. boven 400 punten doorgespeeld.
5. Na een worp van 1000 punten is het zaak te passen.

In deze regels zijn enkele psychologische invloeden verwerkt: men is geneigd bij dreigend verlies een veel groter risico te nemen om toch maar meer punten te behalen, terwijl men weinig risico neemt als men aan de winnende hand is. Op deze kanten van het spel zal hier niet verder ingegaan worden, hoe aardig op zichzelf ook is te onderzoeken hoe verschillende spelers zich in feite gedragen. We zullen alleen de vraag beantwoorden hoe een speler moet spelen om gemiddeld in zo weinig mogelijk beurten de 3500 punten te behalen. Hiervoor is het noodzakelijk dat de gemiddelde winst per beurt zo groot mogelijk is en deze eis leidt dan tot een regel die de speler zegt wanneer hij moet passen. Ligt de bedoelde regel eenmaal vast en zouden alle spelers zich eraan gaan houden, dan is het spel teruggebracht tot een zuiver kansspel.
Stel het gemiddelde aantal punten per worp is E en de kans op een puntloze worp p. Heeft een speler dan door zijn worpen in een beurt reeds r punten verzameld dan is de winstverwachting van zijn volgende worp $E - p\ r$, daar er een kans p bestaat, dat hij zijn r punten kwijtraakt. De speler doet verstandig door te gaan zolang deze verwachting positief is, dus zolang r beneden de waarde E/p blijft. Daarboven moet hij passen.
Om deze verwachting te berekenen, bepalen we de kansen $P(x)$ op ieder aantal punten x in een worp. Hiervoor vinden wij de volgende uitkomsten

x	$216.P(x)$
0	60
50	48
100	60
150	24
200	15
250	3
1000	6

Hieruit volgt dan dat $E = \Sigma_x\ P(x) = 100{,}7$ en $E/p = 362\frac{1}{2}$.
De speler moet dus doorgaan met werpen zolang hij hoogstens 350 punten heeft en passen indien hij er 400 of meer heeft behaald in een beurt. Wanneer de overige spelers een andere regel voor hun beslissingen aanhouden zijn zij in het nadeel.
Bij het spelen van dit dobbelspel is het toevalselement zeer groot. Eerst door veelvuldig spelen zal men bemerken dat men door toepassing van deze regel minder vaak verliest dan de spelers die zich er niet door laten leiden.

Uit de Vereniging

De Dag voor Industriële Statistiek 1957

De Dag voor Industriële Statistiek 1957 op 1 oktober j.l. heeft een groot aantal belangstellenden getrokken. Een auditorium van een vijfhonderdtal aan de A-griep ontsnapte bedrijfsfunctionarissen vulde de grote zaal van de Utrechtse Stadsschouwburg.
In een breed opgezet betoog wees Ir. Th. P. Tromp in zijn inleiding op het grote belang van de kwaliteit van het Nederlandse industriële produkt voor de handhaving van het welvaartspeil van de snel toenemende bevolking. Voor een samenvatting van zijn lezing verwijzen wij U naar pagina 110 van dit nummer van Sigma.
Na deze inleiding werden een aantal kwaliteitsproblemen onder de loep genomen. Ir. J. Beydals sprak over toelevering en uitbesteding. Ir. P. P. van Beek besprak het interesante probleem van de kwaliteitsbeheersing van het uiterlijk aanzien van een produkt. Ir. K. W. van Gelder besprak enkele gevallen van procesanalyse en tolerantiebepaling en tolerantienaleving. J. Sittig sprak over de rechtszekerheid ten aanzien van de kwaliteit in de relatie tussen leverancier en afnemer. Het ligt in de bedoeling om deze lezingen mettertijd in Sigma te publiceren.
Een bijzonder evenement tijdens de middag was de uitreiking van de Ir. J. van Ettinger Prijs, uitgeloofd voor de beste beschrijving van een toepassing van de methoden van industriële statistiek en kwaliteitsbeleid in een Nederlands bedrijf. De prijs viel ten deel aan H. J. Bramer, medewerker van N.V. Kousenindustrie L. ten Cate te Geesteren (O). Elders in dit nummer vindt U een verslag van deze prijsuitreiking.
Nog in ander opzicht week deze Dag voor Industriële Statistiek af van de voorgaande. Ditmaal was in de foyer naast de schouwburgzaal door verschillende firma's een keur van meetinstrumenten en organisatiehulpmiddelen ten toon gesteld, die in de ruim gekozen pauzes een overweldigende belangstelling trok.

Personalia

De secretaris van de Bedrijfssectie, A. BAKKER, is van huisnummer veranderd. Zijn adres luidt nu: Beekhuizenseweg 33, Velp.

PROF. DR. J. HEMELRIJK, tot dusver buitengewoon hoogleraar, is per 1 september 1957 benoemd tot gewoon hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft. Hij blijft als adviseur verbonden aan de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum te Amsterdam.

MR. W. H. SOMERMEYER, wetenschappelijk hoofdambtenaar aan het Centraal Bureau voor de Statistiek, is door de Technical Assistance Administration der Verenigde Naties uitgezonden naar Griekenland om adviezen te geven aan het Bureau voor de Statistiek aldaar met name inzake opleidingsvraagstukken en industriële statistische problemen. Hij is op 4 september naar Athene vertrokken, de duur van de uitzending is op 1 jaar gesteld.

IR. J. G. W. IGNATIUS, hoofd der afdeling landbouw- en voedselvoorzieningsstatistiek van het Centraal Bureau voor de Statistiek, is door de Voedsel en Landbouw Organisatie der Verenigde Naties uitgezonden naar Vietnam, teneinde aldaar adviezen te geven op het terrein van de landbouwstatistiek. Hij is op 1 oktober via Rome naar Saigon vertrokken, de duur van de uitzending is 1 jaar.

Normalisatie statistische begrippen

De International Organization for Standardization heeft in 1951 een Technische Commissie, de ISO-TC 69, ingesteld voor het normaliseren van statistische begrippen en symbolen. Deze commissie hield haar derde bijeenkomst van 15—18 oktober 1957 te 's-Gravenhage. Een aantal aanbevelingen betreffende de normalisatie werd door de commissie aangenomen. In het volgende nummer zal hierop worden teruggekomen.

Expositie Dag voor Industriële Statistiek 1957.

